



**Universidad
Tecnológica
del Perú**

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica

Programa Especial de Titulación

**“Desarrollo de un Tablero de Transferencia Automática en Baja Tensión,
En Apoyo a Estación Base Celular, en el Distrito de
Quilmaná, Provincia de Cañete, Dpto. Lima”**

Autor: Ocampo Rodriguez, Luis Felipe

Para optar el grado de Título Profesional de:

Ingeniero Electrónico

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Lleno de regocijo, dedico este gran logro, significativo en mi vida, a mi hija quien me motivó a continuar en mi camino, a mi esposa quien me apoyo moralmente de manera incondicional, a mis padres, quienes de alguna forma me inculcaron la superación personal, enseñándome que, lo que se cosecha ahora, es producto de un esfuerzo pasado.

Agradecimiento

Agradezco a mi esposa Laura de la Cruz, quien supo brindar su apoyo incondicional, en momentos difíciles que pasé en mi etapa de estudiante.

Agradezco a mis hermanas y cuñado quien también, de alguna forma me alumbraron el camino que había escogido para lograr mi preciada meta.

Agradezco a mis compañeros de trabajo, quienes supieron comprenderme y tolerarme, en mi etapa de estudiante, con las dificultades que se presentaban en el trabajo, ellos de alguna u otra forma me apoyaron.

Agradezco a mí mismo, por no rendirme y continuar estudiando, trabajar y estudiar, no es cosa fácil.

Agradecer a la UTP, por la ingeniosa idea de abrir sus puertas en la noche para las personas que trabajan, sin este gran apoyo, jamás habría logrado mi gran meta, ser ingeniero.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Lista de Tablas	vii
Lista de Figuras	viii
RESUMEN.....	x
CAPITULO 1.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Definición del Problema	1
1.1.1. Problema general.....	1
1.1.2. Problema Específico	3
1.1.3. Formulación del Problema	4
1.2. Definición de objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación y Alcances	5
1.3.1. Justificación	5
1.3.1.1. Tecnológica	5
1.3.1.2. Económica.....	5
1.3.1.3. Ambiental	5
1.3.1.4. Social.....	5
1.3.2. Alcances	6
1.3.3. Restricciones	6
1.3.4. Estado del Arte	6
1.3.4.1. Investigación y desarrollo permite que su portafolio de productos se incrementa un 15%.....	7
1.3.4.2. Desarrollo del Sistema de Control de un Tablero de Transferencia Automática de 2 Grupos Electrónicos en Paralelo con la Red.....	7
1.3.4.3. Desarrollo de un Tablero de Transferencia Automática de Energía Sincronizando Generador de Emergencia Para Local Comercial	8
1.3.4.4. Desarrollo de Sincronoscopio Para Máquinas Síncronas.....	8
1.4. Metodología PMBOK	9
CAPITULO 2.....	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Fundamento Teórico.....	10
2.1.1. Energía eléctrica	10

2.1.2. Producción de la energía eléctrica	11
2.1.2.1. Centrales termoeléctricas	11
2.1.2.2. Central hidroeléctrica	14
2.1.2.3. Centrales eólicas	15
2.1.2.4. Centrales fotovoltaicas.....	16
2.1.2.5. Generación baja escala de generación.....	16
2.2. Calidad de la energía eléctrica	18
2.3. Afectación en estaciones bases celulares.....	19
2.3.1. Definición de TTA.....	21
2.3.2. Definición de Controlador	23
2.3.3. Energía eléctrica	25
2.3.4. Producción de la energía eléctrica	26
2.3.5. Definición de Grupo Electrónico.....	27
2.3.5.1. Motor mecánico	28
2.3.5.2. Generador	29
2.3.5.3. Funcionamiento de generadores eléctricos.....	29
CAPITULO 3.....	31
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	31
3.1. Desarrollo de la Solución	31
3.1.1. Información de Campo	31
3.1.2. Soluciones evaluadas	32
3.1.2.1. Selección de Sistema Microcontrolador	32
3.1.2.2. Empleo del sistema	36
3.1.2.3. Cronograma del proyecto	38
3.1.2.4. Lujo de caja (Presupuesto)	39
3.1.2.5. Planificar la Gestión de las Adquisiciones.....	40
3.1.2.6. Circuito Esquemático e Impreso del Controlador TTA	42
3.1.2.7. Sistema de seguridad y protección del sistema TTA.....	44
3.1.2.7.1. Enclavamiento eléctrico	45
3.1.2.7.2. Monitoreo de alarmas para protección de los equipos	46
3.1.2.7.3. Parada de emergencia.....	46
CAPITULO 4.....	71
RESULTADOS	71
4.1. Resultados.....	71
4.1.1 Prueba de corrimiento de programa en entorno simulado	71
4.1.2. Fotos de video de funcionamiento del sistema TTA	72

CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES.....	81
GLOSARIO.....	82
BIBLIOGRAFIA.....	83
Referencias:	83
ANEXO	84

Lista de Tablas

Tabla 1: Causas y Efectos	3
Tabla 2: Cronograma de actividades del proyecto	38
Tabla 3: Presupuesto.....	39
Tabla 4: Metrado de materiales	40

Lista de Figuras

Figura 1: Árbol de Problemas del cual detalla el problema de manera esquemática.....	2
Figura 2: Diagrama EDP	9
Figura 3: Central Térmica Solar	12
Figura 4: Energía Renovable	13
Figura 5: Central Nuclear de Bélgica	14
Figura 6: Central hidroeléctrica de China.....	15
Figura 7: Parque Energía Eólica en Ica.....	15
Figura 8: Central Solar.....	16
Figura 9: Pila Voltaica	17
Figura 10: Pilas de Combustible	17
Figura 11: Generador Termoeléctrico	18
Figura 12: Información del gestor de Huawei U2020	19
Figura 13: Tablero de transferencia marca Modasa.....	22
Figura 14: Esquema de bloques de un TTA y suministro eléctrico.....	23
Figura 15: Controlador Deep Sea Electronic.....	23
Figura 16: Data de conexionado del controlador Deep Sea 7310-20-MKII.....	23
Figura 17: Grupo electrógeno Modelo DE18E3.....	27
Figura 18: AVR	28
Figura 19: Generador Eléctrico	30
Figura 20: Parte móvil y fija del generador.....	30
Figura 21: Sistema de arranque eléctrico del GE.....	31
Figura 22: Arduino Nano.....	35
Figura 23: Pinado Arduino Nano.....	35
Figura 24: Esquema general del sistema Arduino.....	36
Figura 25: Esquema unifilar del tablero de transferencia	37
Figura 26: Diseño de Fuente AC/DC.....	37
Figura 27: Conexionado de un TTA Deep Sea 7320.....	41
Figura 28: Circuito Esquemático TTA en ORCAD.....	42
Figura 29: Circuito PCB del controlador.....	43
Figura 30: Esquemático Antirebote	44
Figura 31: Circuito PCB Antirebote	44
Figura 32: Circuito de control interfaz Control-Fuerza.....	45
Figura 33: Dispositivos eléctricos y electrónicos	47

Figura 34: Circuito de control electrónico.....	48
Figura 35: En proceso de conexionado eléctrico.....	49
Figura 36: En proceso de cableado de control.....	50
Figura 37: Diagrama de flujo del programa del controlador.....	51
Figura 38: Entorno de programación y simulación del programa IDE.....	71
Figura 39: Simulación en Proteus de diferentes circuitos básicos para el controlador TTA	72
Figura 40: TTA en estado normal	72
Figura 41: TTA con energía comercial	73
Figura 42: TTA en proceso de arranque del GE.....	73
Figura 43: GE trabajando ante corte de energía comercial	74
Figura 44: Cuando retorna la energía comercial	74
Figura 45: Nuevamente el sistema se restablece, retorna a su estado inicial	75
Figura 46: TTA parte frontal	76
Figura 47: TTA en su interior	77
Figura 48: Circuito de control y fuerza	78
Figura 49: Circuito de control electrónico.....	79
Figura 50: Circuito de control y fuerza de TTA.....	84

RESUMEN

El presente proyecto está estructurado al diseño, construcción y puesta en servicio del circuito eléctrico y electrónico de Tablero de Transferencia Automático de Energía (TTA) a base de microcontrolador, el cual es muy usado en las industrias por su acción inmediata, para energizar la planta, por medio de un grupo electrógeno ante el súbito corte de energía del suministro eléctrico de una manera muy eficiente y económica.

Este equipo fue diseñado para un grupo electrógeno de hasta 18KW marca Mitsubishi e instalarse en una estación de la red de telecomunicaciones (estación BTS, repetidoras, troncales, etc.) que pueden estar ubicados en lugares alejados de difícil acceso, lo cual es común en las empresas del sector telecomunicaciones.

Proyecto realizado con metodología científica asociado a las prácticas de acuerdo con el PMI, consiguiendo resultado esperado, el funcionamiento del sistema es acorde al planteamiento definido en el alcance del proyecto y sus limitaciones del mismo.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

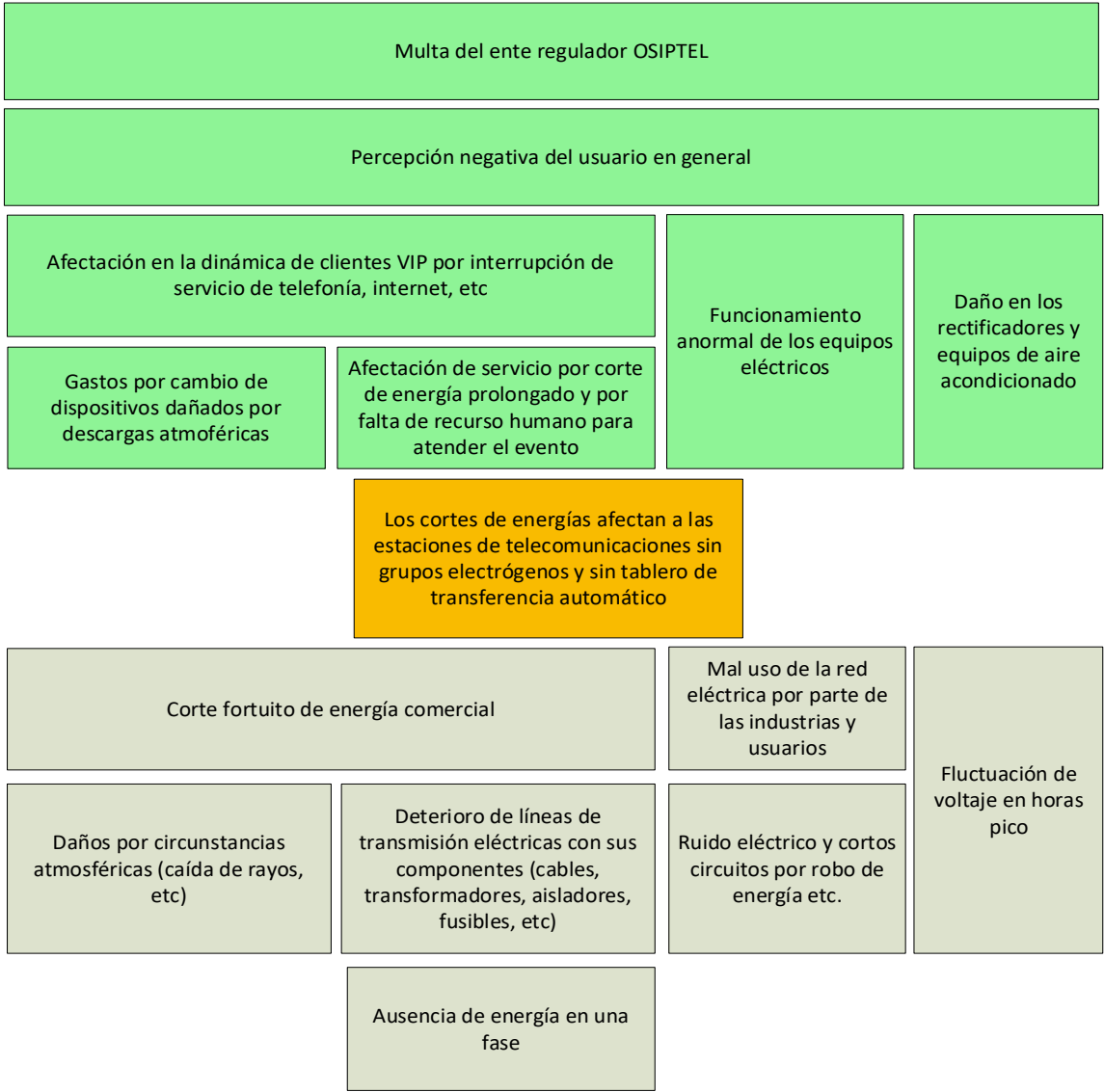
1.1. Definición del Problema

1.1.1. Problema general

Los cortes fortuitos de energía comercial, es una de las casusas que afectan los servicios de la estación de telecomunicaciones en Quilmaná, ubicado en el cerro del sector Roldan, quebrada Digomes, lomas de Quilmaná, Cañete.

La estación de Quilmaná tiene un grupo electrógeno (GE), pero no tiene tablero de transferencia automática, del cual, ante un corte de energía fortuito, el GE debe ser puesto en marcha por un personal técnico de manera manual, bajo esta condición se requiere atender este evento, de manera automática, sin intervención humana, con apoyo de un tablero de transferencia automático.

Figura 1: Árbol de Problemas del cual detalla el problema de manera esquemática



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1: Causas y Efectos

Fuente: Elaboración propia

Item	Causa	Efecto
1	Daños por circunstancias atmosféricas (caída de rayos, etc)	Gasto por cambio de dispositivos dañados por descargas atmosféricas
2	Deterioro de líneas de transmisión de energía con sus componentes (cables, transformadores, aisladores, etc.) por falta de mantenimiento	Afectación a la dinámica de las empresas por interrupción de servicio telecomunicaciones en clientes VIP
3	Ausencia de energía en una fase del suministro eléctrico	Estaciones con afectación con tiempo prolongado porque el recurso humano es muy limitado, Ocupancia del operario es alta en atención por atención sólo por corte de energía
4	Mal uso de la red eléctrica por parte de las industrias	Funcionamiento anormal de los equipos eléctricos (sobre calentamiento, data corrupta, etc)
5	Ruido eléctrico (Armónicos), consumo de potencia reactiva	
6	Fluctuaciones de voltaje (horas pico)	Daño en los rectificadores y/o equipos de Aire acondicionado

1.1.2. Problema Específico

Los cortes de energía eléctrica prolongados, mayor a 4 horas afectan a las estaciones bases celulares.

Para entender el contexto del problema, es válido indicar el funcionamiento del sistema rectificador, del cual protege a los bancos de baterías de una descarga profunda, dicho rectificador, desactiva a los bancos, cuando el voltaje baja desde 53.5V a 42V, en este escenario todos los equipamientos de telecomunicaciones se apagan y los servicios son interrumpidos quedando la zona sin cobertura.

A raíz de este problema “no automatizado”, se plantea una solución que gestiona automáticamente el arranque y parada del GE con un sistema de transferencia automático (TTA) económico, con las prestaciones similares a marcas conocidas.

Sintetizando, se presenta los siguientes problemas:

1. Caídas de servicios de telecomunicaciones en el pueblo de Quilmaná por corte de energía > a 4 horas, por baja autonomía de banco de baterías.
2. Desplazamiento de personal, ocupando recurso humano para arrancar y apagar al GE de manera manual, cuando puede ser automatizado.

1.1.3. Formulación del Problema

¿De qué manera se podría atender eventos de cortes de energía de manera eficiente y segura, sin ocupar horas hombre?

1.2. Definición de objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Desarrollo de tablero de transferencia automático en baja tensión, en apoyo a estación base de Telecomunicaciones en el distrito de Quilmaná.
- Evitar caída de servicios de telecomunicaciones, por concepto de corte de energía prolongado.
- Evitar desplazamiento de personal, para atención del corte de energía, arrancando o apagando al GE manualmente.
- Disponer y optimizar el recurso humano, para atender otros eventos de la red de telecomunicaciones.

1.2.2. Objetivos específicos

- Concepción y diseño de sistema de transferencia automático (TTA) con componentes económicos y fáciles de encontrar en el mercado.
- Desarrollo del sistema de fuerza e instalado dentro de un tablero metálico (circuito de control, enclavamientos eléctricos, contactores, relays, switches, etc.)
- Desarrollo del sistema de control electrónico a base de microcontrolador Arduino (con periféricos micro relays, transistores potenciómetros, resistencias, condensadores, etc.)

- Desarrollo de algoritmo para el funcionamiento del sistema control y periféricos que la tarjeta comandará (elaboración de código fuente en entorno Arduino IDE).
- Desarrollo de la tarjeta circuito impreso (PCB) en ORCAD (esquemático y ruteo para el impreso).
- Ensamblado de todos los subsistemas para luego testear funcionamiento en laboratorio y/o en la práctica real con un GE.

1.3. Justificación y Alcances

1.3.1. Justificación

Se puede tipificar o definir en 4 segmentos, del cual se describe líneas abajo.

1.3.1.1. Tecnológica

Este proyecto puede incitar a desarrollar sistemas más inteligentes utilizando dispositivos avanzados, y softwares más desarrollados, existentes en el mercado actual.

El sistema complejo del TTA es el CONTROLADOR (circuito electrónico + programa) del cual podemos desarrollar a niveles competitivos, y alcanzar la calidad similar a las mejores marcas del mundo, porque realmente tenemos la capacidad para hacerlo.

1.3.1.2. Económica

El sistema de transferencia automática es muy utilizado en las industrias y como futuro ingeniero electrónico, puedo pensar que tenemos oportunidad de explayar nuestras habilidades para comercializar lo que podemos producir a precio más económico sin sacrificar la calidad y seguridad.

1.3.1.3. Ambiental

El sistema no es un contaminante para el medio ambiente.

1.3.1.4. Social

En nuestra idiosincrasia, según mi opinión, el ingeniero de nuestro medio, es un ingeniero consumidor, mientras los ingenieros de países desarrollados son productores,

debemos cambiar la mentalidad de los profesionales para convertirnos en ingenieros productores, creando sistemas cada vez más complejos y con la práctica en el oficio podemos convertirnos en profesionales altamente competentes.

1.3.2. Alcances

Se puede tipificar o definir en 2 segmentos del cual se describe líneas abajo

- El sistema desarrollado (TTA), realiza la gestión de la red eléctrica comercial y gestión de los recursos del grupo electrógeno, para que este último provea energía eléctrica cuando sea necesario (corte de energía fortuita) y también cese automáticamente el funcionamiento del GE cuando haya retornado la energía, se puede utilizar en todas las industrias que requieren servicios continuos de energía eléctrica.

- Mientras el GE esté trabajando, el controlador monitorea las alarmas que los sensores envían, dependiendo de la gravedad del problema el controlador apagaría o permitiría que el GE opere, pero creando alarma.

1.3.3. Restricciones

- El sistema TTA desarrollado, es básico del cual no tiene prestaciones como acceso vía web (acceso remoto), facultad para cambios de cantidad de intentos de arranque, este ya está definido en el programa fuente del microcontrolador, si supera 3 intentos de arranque se crea alarma warning, el GE se asegura.

- El sistema no tiene la opción de realizar medición de parámetros eléctricos como factor de potencia, potencia activa y reactiva porque el software y hardware no lo permiten.

- Creando el primer prototipo, se podría pensar en mejoras de los siguientes modelos.

1.3.4. Estado del Arte

El presente informe, refiere como antecedentes trabajos de investigación relacionados con el tema del proyecto que se describe de la siguiente manera:

1.3.4.1. Investigación y desarrollo permite que su portafolio de productos se incremente un 15%

La información trata del incremento de ingresos de la empresa Modasa, por incrementar su portafolio de productos, aquello debido a la investigación y desarrollo de sistemas integrales para rubros relacionados con la energía, como subestaciones eléctricas, celdas de transformación, transformadores de potencia de baja y media tensión, tableros de distribución de baja tensión.

Actualmente Modasa está realizando proyectos integrales de envergadura a nivel nacional del cual según su percepción que una empresa que brinde soluciones integrales, quienes se beneficia serían el cliente como el proveedor porque abarata los costos, hace dinámico el desarrollo de los proyectos por ende ahorro de tiempo y dinero (RevistaEnergía, 2021).

1.3.4.2. Desarrollo del Sistema de Control de un Tablero de Transferencia Automática de 2 Grupos Electrógenos en Paralelo con la Red

Se trata de un proyecto de investigación, desarrollo e implementación de sistema de control de grupos electrógenos por medio de un controlador mejor desarrollado, de acuerdo a lo explicado, el controlador tiene un sincronoscopio incorporado del cual, le permite conectar al segundo grupo electrógeno en paralelo de manera automática con la red eléctrica, cuando la demanda se incremente > a 440 Kw y se desactive cuando baja a 350Kw.

De acuerdo con su problemática, el edificio tiene dos grupos electrógenos de cual tenían problemas al momento del acoplamiento entre ellos y la red porque el relé de sincronismo (muy probable se refiere al sincronoscopio) no funcionaba correctamente, debido a ello se replanteó la solución con cambio del controlador de subsistemas de control del sistema de transferencia (Garcia, 2019).

1.3.4.3. Desarrollo de un Tablero de Transferencia Automática de Energía Sincronizando Generador de Emergencia Para Local Comercial

Se trata de diseño de un sistema de transferencia y acoplamiento de 2 grupos electrógenos por sincronoscopio utilizando el controlador EGCP-2

El acoplamiento en paralelo de los grupos electrógenos se debe tener muy encuentra la sincronización, este debe cumplir los siguientes pasos:

- **Igualdad de fase:** Las fases deben coincidir entre sí (R-S-T), aquello se realiza con medidor de fase.
- **Similar Frecuencia:** Ambos grupos electrógenos deben estar con el mismo valor de frecuencia.
- **Igualdad de voltaje:** ambos grupos deben tener el mismo nivel de voltaje, se debe regular al motor y/o AVR para lograr el dicho voltaje, se puede medir con un voltímetro (Abad & Grefa, 2008).

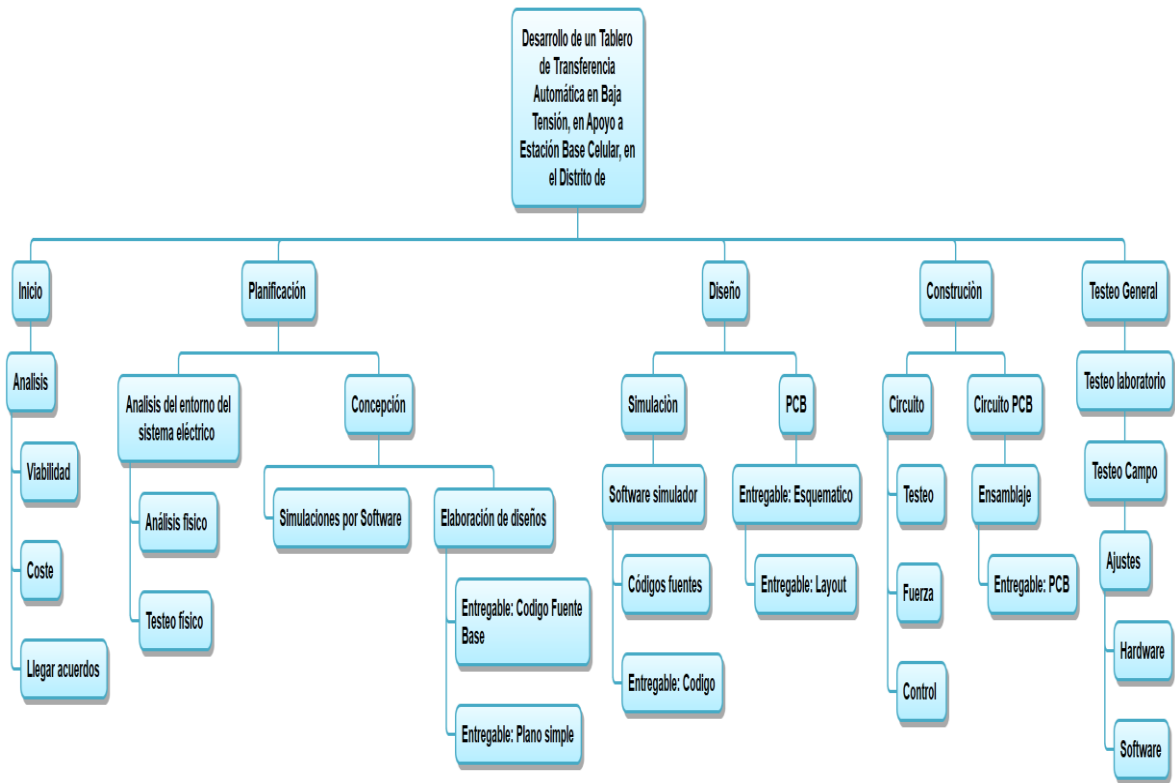
1.3.4.4. Desarrollo de Sincronoscopio Para Máquinas Síncronas

Se trata de diseño e implementación de un sincronoscopio a base de un microcontrolador de 32Bit (Flexis 32-bit ColdFire) donde se enfatiza lo siguiente:

- Procesamiento de señales en tiempo real (frecuencia, voltaje, ángulo de fase), sin periféricos mecánicos.
- Diseño de instrumentación virtual de monitoreo, para visualización de los valores de voltaje, ángulos de fase.
- Monitoreo y generación de comandos virtuales para ajustes de voltaje, frecuencia, diferencias de ángulo de fase motor-generator (Villavicencio, 2010).

1.4. Metodología PMBOK

Figura 2: Diagrama EDP



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Se presentan la descripción de teorías y conceptos que intervienen en el desarrollo del proyecto

2.1. Fundamento Teórico

2.1.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica se manifiesta cuando existe diferencia de potencial entre dos puntos, y cuando estos puntos se unen por medio de conductores eléctricos fluye la corriente (los electrones) con o sin cerrar el circuito con una carga como por ejemplo motor, transformador, resistencias, etc.

Como todo tipo de energía, la energía eléctrica se transforma, como por ejemplo en mecánica, lumínica, calorífica o térmica.

En principio la energía eléctrica, es considerada como parte de la vida diaria, así como los autos o ropa, que se confeccionan, se construyen, se venden, y es consumido día a día, bien particular porque tiene su proceso de generación y consumo que va incrementándose año tras año.

La característica notable es que, es un producto que no es almacenable, la energía eléctrica fluye en la línea de transmisión en el mismo instante que es consumida. (Abur & Alvarado, 2002).

2.1.2. Producción de la energía eléctrica

En la actualidad un gran porcentaje de la producción de electricidad se produce utilizando el efecto de la combustión de combustibles fósiles (carbón, gas natural petróleo), siendo el carbón el más utilizado en centrales eléctricas en el mundo, del cual el calor emitido por la combustión del carbón calienta agua con el fin de producir vapor para mover los generadores.

Un segmento importante de toda la energía eléctrica utilizada en el planeta proviene de central eólica, solar, hidroeléctricas y nuclear, esta última siendo la más cuestionada, y con los años contados de utilización ya que la población de algunos países desarrollados no la desean por ser altamente contaminante para el medio ambiente en general, existen antecedentes (explosiones) que demuestran los daños significativos sumado al cuidado y tratamiento de los desechos radiactivos pero también está asociado a la ignorancia de la población, la mala reputación que se generó a lo largo de los años (bomba atómica, explosiones, contaminación radioactiva) enfatizando estos hechos por grupos políticos opositores con fines políticos, pero como todo sistema creado por el hombre tiene aspectos positivos como negativos, pero en conclusión se tiene más aspectos positivos las centrales hidroeléctricas, por ende hasta la fecha se continúa utilizando.

Actualmente el concepto de la energía eléctrica, afirma que dicha energía está presente por sí misma en los átomos de los materiales de nuestro entorno del día a día, del cual lo que se debe realizar, es hallar el modo correcto para extraerla eficientemente desde el tipo de fuente del cual se encuentra.

Existen diferentes tecnologías para producir energía eléctrica:

2.1.2.1. Centrales termoeléctricas

El principio de funcionamiento de una central termoeléctrica, es por la fuente de calor, dicha energía calorífica puede crearse por la combustión de carbón mineral, reacción nuclear, rayos del sol o del subsuelo (ríos subterráneos a unos 2 km bajo el nivel del suelo).

Se explica brevemente las diferentes tecnologías utilizadas para generar energía eléctrica.

a. Centrales térmicas solares:

Una planta térmica solar o planta termo solar genera energía eléctrica, primero calentando el agua utilizando la radiación solar, cumpliendo el ciclo termodinámico convencional (el agua se convierte en vapor), el vapor crea la presión o fuerza requerida para girar al eje del rotor del generador para inducir voltaje en el estator como en una central térmica, utiliza el principio de la parábola porque concentra la radiación solar (la energía calorífica) en una región determinada.

Figura 3: Central Térmica Solar



Fuente: <https://maria12actividades.blogspot.com/2019/08/central-termica-solar-y-central-solar.html>

b. Centrales geotérmicas:

La energía proviene del subsuelo, se aprovecha el calor de interior de la corteza terrestre quien calienta agua de ríos subterráneos, para tener una idea, se conoce que, a 2 kilómetros de bajo de la tierra, la temperatura es de 180° C, energía calorífica suficiente para calentar el agua y crear vapor de agua que emergen a la superficie en forma de

geiseros, dicho vapor de agua es utilizado para mover las turbinas del generador de energía eléctrica.

Figura 4: *Energía Renovable*



Fuente: [https://solar-energia.net/energias renovables](https://solar-energia.net/energias-renovables)

c. Centrales nucleares:

La central nuclear o atómica es un complejo diseñado para la producción de energía eléctrica, a base de material radioactivo de alta densidad energética son los materiales químicos radiactivos como el uranio, plutonio como combustible, se aprovecha la reacción nuclear en cadena para producir calor, aquello es trasferido al agua y utilizando sistemas termodinámico convencional para producir vapor de agua, dicho vapor de agua produce el movimiento de las turbinas y su eje se acopla al eje del rotor del generador que transforman la energía mecánica en energía eléctrica.

Figura 5: Central Nuclear de Bélgica



Fuente: <https://www.xlsemanal.com/actualidad/20180725/central-nuclear-belgica-accidentes-chernobil.html>

2.1.2.2. Central hidroeléctrica

El principio de funcionamiento de una central hidroeléctrica, se debe a la utilización de la energía potencial de las grandes masas de agua acumulada en una presa del cual, es situada a más alto nivel de la central para lograr mayor energía cinética y con ello romper la inercia rotacional para girar las turbinas del rotor del generador eléctrico.

Figura 6: Central hidroeléctrica de China



Fuente: <https://www.latercera.com/noticia/china-construye-segunda-mas-central-hidroeléctrica-del-mundo>

2.1.2.3. Centrales eólicas

La energía eléctrica, se produce por medio del flujo de grandes masas de aire en campo abierto (colinas, desiertos, etc.), la masa de aire empuja y crea movimiento en las aspas del rotor, dicha energía es llamada energía cinética y con esta energía se logra el giro del rotor asociado a engranajes para producir energía eléctrica en el generador.

Figura 7: Parque Energía Eólica en Ica



Fuente: <https://peru21.pe/economia/inaugura-ica-parque-energia-eolica>

2.1.2.4. Centrales fotovoltaicas

Se obtiene energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos, aquello se conoce como energía solar fotovoltaica, dichos paneles están compuestos por material semiconductor que cuando incide la radiación solar en su superficie, los átomos del material se excitan, generando así un diferencial de voltaje en sus terminales.

Figura 8: Central Solar



Fuente: <https://www.smartgridsinfo.es/2018/03/20/alten-consigue-financiacion-construir-central-solar-fotovoltaica>

2.1.2.5. Generación baja escala de generación

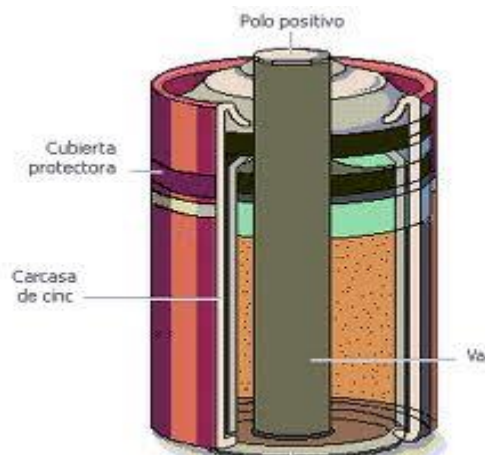
a. Grupo electrógeno:

Sistema electromecánico que está compuesta por un motor Diesel, quien convierte energía química (gasolina, petróleo) acoplado por su eje a un generador eléctrico.

b. Pila voltaica:

El principio de trabajo de una pila, se basa en el potencial de contacto entre dos compuestos químicos de estado sólido, mediado por un electrolito.

Figura 9: Pila Voltaica



Fuente: https://www.ecured.cu/Pila_el%C3%A9ctrica

c. Pilas de combustible:

Una celda, célula o pila de combustible es un sistema o artefacto electroquímico que genera energía eléctrica muy similar a la batería convencional, pero difiere a una batería convencional porque este sistema permite reabastecimiento constante de los reactivos responsables para mantener generando energía eléctrica.

Figura 10: Pilas de Combustible



Fuente: <https://www.mundodelmotor.net/que-son-las-pilas-de-combustible/>

d. Generador termoelectrico de radioisotopos:

El generador termoelectrico de radioisotopos, es un sistema generador electrico de estructura y caracteristicas simple, la energia electrica se produce por el calor irradiado por la desintegración espontánea de material radiactivo, se convierte en electricidad directamente con dispositivos termopares, dichos sistemas convierten el calor en electricidad (efecto Seebeck en el llamado Unidad de calor de radioisotopos).

Figura 11: *Generador Termoelectrico*



Fuente: <https://www.rjconsultores.es/generador-termoelectrico-de-radio-isotopos>

2.2. Calidad de la energía eléctrica

Está relacionada con las perturbaciones y/o interrupciones de la onda eléctrica (señal sinusoidal) que pueden afectar a los componentes de la red eléctrica y el suministro, ocasionando daño de equipos eléctricos, electrónicos en las industrias.

La solución de la calidad de la energía es compleja, requiere tratamiento integral del problema por múltiples frentes. La solución se asocia a la investigación básica, diseño, calidad de equipamientos a utilizar, la buena operación y mantenimiento de equipos, estandarización, incluso capacitación de personal.

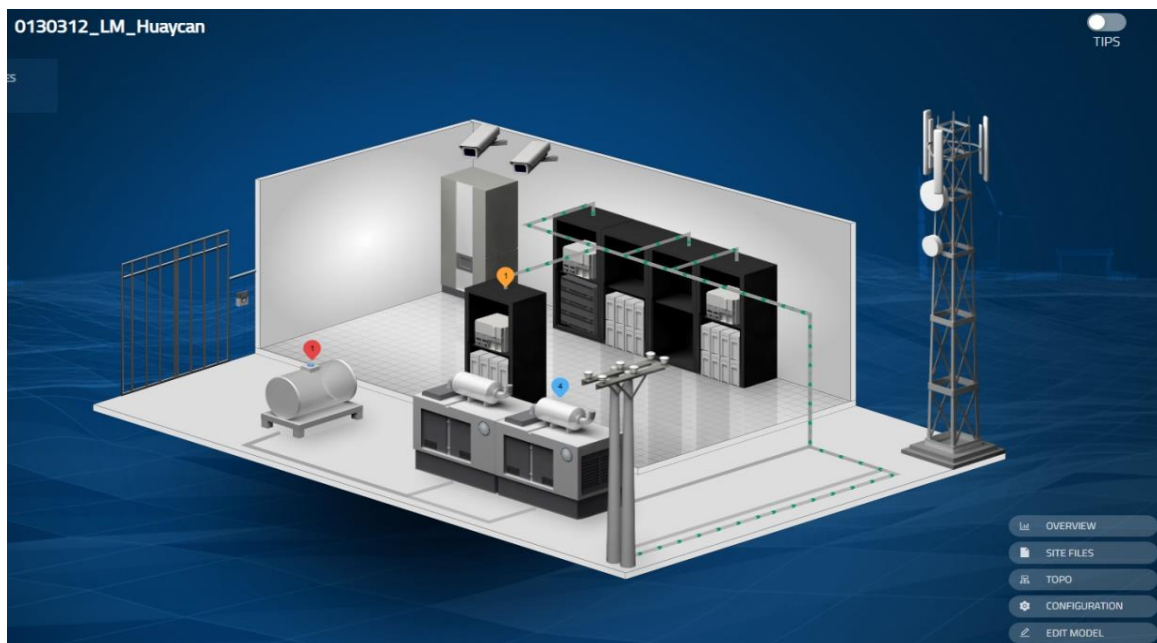
La calidad de la energía eléctrica, se puede medir de manera estadística y/o con instrumentos por ejemplo, con analizador de red del cual podemos registrar los picos de corriente, estabilidad del voltaje, ausencia de energía, presencia de ruido eléctrico, etc.

2.3. Afectación en estaciones bases celulares

Las estaciones bases celulares, alojan equipamiento de telecomunicaciones que utilizan las operadoras, con sistemas inalámbricos, como Telefónica, Claro, Bitel, ENTEL.

Una operadora de telecomunicaciones es una empresa que tiene licencias y permisos, y protocolos de garantías para con el estado, para operar en la región peruana, utilizando diferentes medios de transmisión (espectro electromagnético RF, cable par trenzado, fibra óptica) y sus terminales (teléfonos) para brindar servicios de telecomunicaciones a los usuarios, como personas jurídicas y naturales, del cual las tarifas se autorregula por la libre competencia y aplicación normas a través del ente regulador peruano OSIPTEL.

Figura 12: Información del gestor de Huawei U2020



Fuente: Gestor Huawei U2020

Las estaciones bases celulares alcanzan en subsistemas del cual se describe líneas abajo:

- **Sistema radiante:** Que comprende en una torre metálica donde se instalan las antenas de radio frecuencia, y cables coaxiales para TX y RX.

- **Sala de equipamiento:** Los equipos de radio frecuencia y energía son albergados en una sala diseñada para este fin, con temperatura adecuada para la conservación de dichos sistemas de radio frecuencia y energía AC/DC.

- **Sistema de energía:** Los rectificadores son elementos que convierten la señal alterna en continua, los equipamientos de telecomunicaciones trabajan con voltajes de - 48V DC y bancos de baterías para brindar autonomía de servicio durante tiempo limitado, ante corte de energía fortuita.

- **Sistema de clima:** Está compuesto por equipos de aire acondicionado, del cual refrigeran la sala, para disipar el calor producido por los equipos de telecomunicaciones.

- **Sala de Grupos electrógenos GE:** Están compuestos por grupo electrógeno para proveer energía eléctrica ante un corte de energía, este sistema cuenta con:

Tablero de transferencia automático (TTA), quien arranca al grupo electrógeno ante corte de energía, y apaga al GE cuando retorno la energía eléctrica.

- **Sistema TTA:**

El TTA, es utilizado también en repetidoras, troncales, etc. que pueden estar ubicados en lugares alejados de difícil acceso, lo cual es común en las empresas del sector telecomunicaciones.

Debido a los frecuentes cortes de energía en los suministros eléctricos, se utilizan backup de energía como bancos de baterías y grupos electrógenos, para la operación de este último se utiliza el TTA para automatizar el arranque y parada del GE.

El tablero de transferencia automática (TTA) es un sistema electromecánico comandado por un sistema electrónico y circuito de fuerza, el TTA automatiza el sistema eléctrico de la estación, con el objeto de evitar la intervención humana, el tablero tiene sistema de seguridad eléctrico o mecánico (enclavamiento) del cual garantiza que la energía suministrada por el GE o por la energía de la red comercial no se acoplen entre sí.

2.3.1. Definición de TTA

El TTA es un sistema eléctrico que se adapta para arrancar al grupo electrógeno automáticamente, cuando se presenta corte de energía en el suministro eléctrico de manera fortuita y apaga automáticamente al GE cuando la energía comercial retorna, todo esto sin necesidad de intervención de personal, el tablero asegura que la energía eléctrica del generador con la red pública de energía la comercial no se acople eléctricamente, de esa forma asegura al grupo electrógeno daños severos.

El sistema utiliza sistemas de control para comandar, y monitorear al grupo electrógeno mientras está trabajando.

El proceso para diseño del proyecto debe empezar por el análisis y entendimiento del sistema eléctrico y electrónico del tablero de transferencia en general; y el sistema de arranque del Grupo Electrógeno (GE) llamado CONTROLADOR que es la unidad de control de proceso del sistema automático y la razón del proyecto.

Figura 13: Tablero de transferencia marca Modasa



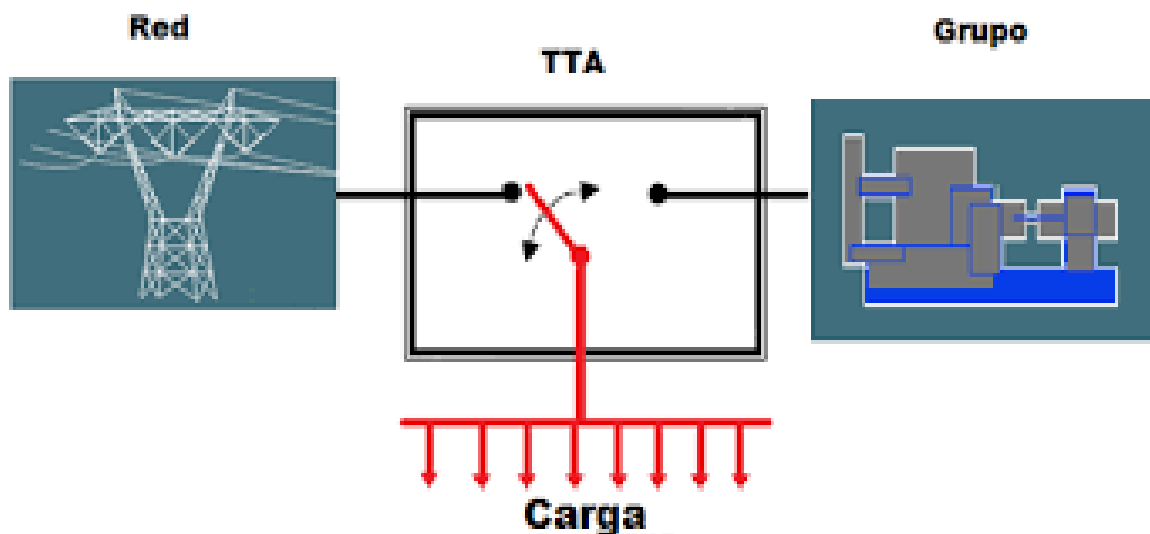
Fuente: www.modasa.com.pe (Modasa, 2015)

El sistema eléctrico de la planta general se puede apreciar en la figura 14, donde se muestra un diagrama de bloques del sistema TTA y su entorno (entrada de energía comercial y entrada de energía del GE)

El TTA es un conmutador electromecánico, en este caso se utilizan contactores con la nomenclatura K1 asignado a la red comercial y K2 a la red del GE.

El controlador comanda el sistema conmutador (K1 y K2) y al sistema de arranque del GE , Debe existir una fuente constante de energía en 12V DC para el normal funcionamiento del TTA.

Figura 14: Esquema de bloques de un TTA y suministro eléctrico



Fuente: <https://docplayer.es/9499548-Motores-diesel-andinos-s-a-manual-de-tablero-transferencia-dse-7320.html>

2.3.2. Definición de Controlador

El módulo electrónico llamado controlador es un sistema electrónico de control, responsable de la gestión del funcionamiento del TTA y monitorea las señales de corte de energía, y todos los sensores del propio grupo electrógeno como presión de aceite, temperatura, sobre voltaje, nivel de combustible, sobre velocidad, manifestándolo en alarmas visuales cuando se activan, sistema no económico, sus características se describen líneas abajo.

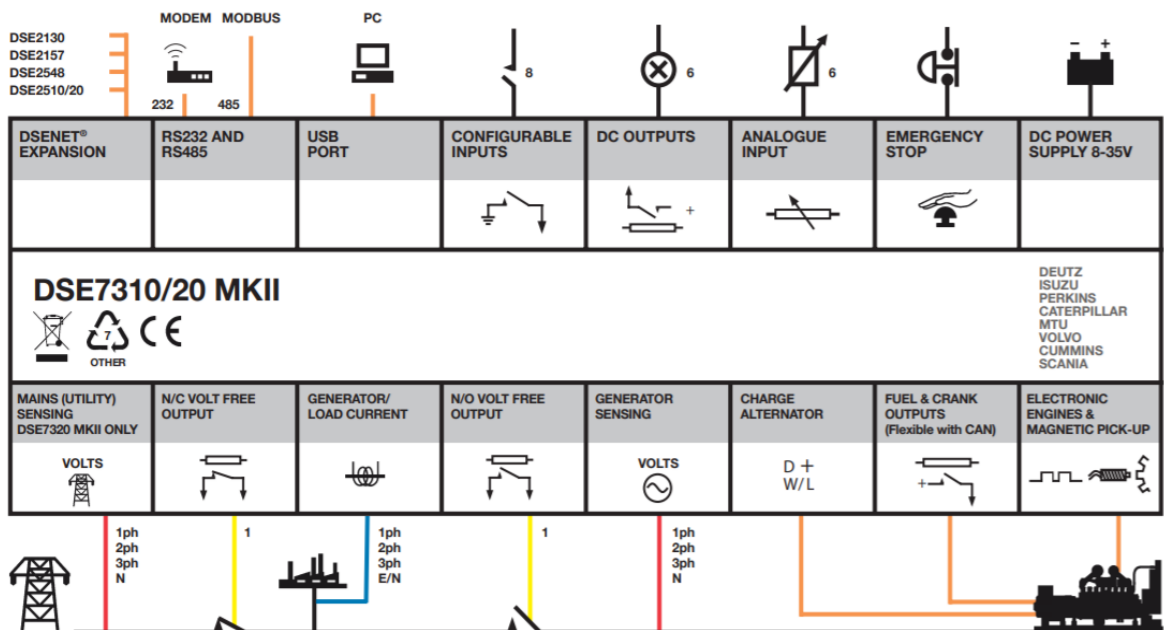
Figura 15: Controlador Deep Sea Electronic



Fuente: <https://www.deepseaelectronics.com/genset/auto-mains-utility-failure-control-modules/dse7320-mkii>

Figura 16: Data de conexionado del controlador Deep Sea 7310-20-MKII

COMPREHENSIVE FEATURE LIST TO SUIT A WIDE VARIETY OF GEN-SET APPLICATIONS



Fuente: Datasheet 7310-20-MKII.pdf

a.- Funcionamiento Modo Automático:

El sistema controlador realizará el monitoreo de la presencia de la red comercial (Voltaje), cuando detecta su ausencia, procede con el arranque automático del GE y transfiere la energía eléctrica a la carga, el cambio de estado automático o manual se puede realizar desde los botones respectivos.

b.- Funcionamiento Modo Manual:

El grupo electrógeno se puede gestionar directamente desde el panel de controles del controlador, a través de los botones de arranque y parada para realizar pruebas o como soporte manual.

c.- Sistema de arranque:

El sistema está diseñado para tres intentos de arranque con una duración de 10 segundos, y un intervalo de descanso de 10sg. Si el generador no arranca después del tercer intento, el ciclo de arranque se enclavará automáticamente (fijo) y se mostrará una alarma de Warning en la pantalla LCD.

d.- Sistemas de protección:

Se detiene automáticamente debido a las siguientes razones: por sobre y baja velocidad, por sobre y bajo voltaje del generador, si la temperatura es alta.

El control de alarma se ejecuta cuando el grupo electrógeno, está en funcionamiento y se mostrará en la pantalla LCD cuando alguno de ellos está activado, el GE se apagará automáticamente.

e.- Carga de batería:

El sistema cuenta con un cargador de batería automático, que puede proporcionar hasta 2 amperios de corriente. Uno de los puntos indispensables, es mantener la batería completamente cargada para suministrar energía al sistema de control y alimentar al motor de DC para lograr un arranque automático.

f.- Mandos y controles:

Utiliza pantalla LCD para lectura de: Tensión de Red, Frecuencia de Red, Tensión de Grupo Electrónico, Frecuencia de Grupo Electrónico, Voltaje de Batería, Led Indicadores de: Red, Generador, Batería, Alarmas de Paradas y botones de parada de emergencia, modo manual y automático, arranque y parada

2.3.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica se refleja cuando existe diferencia de potencial entre dos puntos, y cuando estos puntos se unen por medio de una carga (dispositivo del cual se alimenta con energía eléctrica: motor, resistencia, artefactos eléctricos, etc.), estos conectados a conductores eléctricos, fluye la corriente (los electrones).

Como todo tipo de energía, la energía eléctrica se transforma en otro tipo de energía, como por ejemplo en mecánica, lumínica, calorífica o térmica.

En principio la energía eléctrica podría considerarse como un bien de consumo, así como cualquier mercadería, que se produce, se transporta, se comercializa, se consume, pero es fácil definir que se trata de un bien de consumo con características peculiares. En primer lugar, la electricidad a diferencia de otros bienes de consumo no es almacenable. La electricidad debe producirse y transportarse en el mismo momento que es consumida. (Abur, 2002)

2.3.4. Producción de la energía eléctrica

En la actualidad un gran porcentaje de la producción de electricidad, se obtiene mediante la combustión de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), siendo el carbón el más utilizado en centrales eléctricas en el mundo, del cual se quema el carbón para calentar agua y producir vapor para mover los generadores.

Un segmento importante de toda la energía eléctrica, proviene de las centrales hidroeléctricas, eólica y solar y la energía nuclear, esta última siendo la más cuestionada y con los años contados de utilización ya que la población de algunos países desarrollados no la desean por ser altamente contaminante para el medio ambiente en general, existen antecedentes (explosiones) que demuestran los daños significativos sumado al cuidado y tratamiento de los desechos radiactivos pero también está asociado a la ignorancia de la población, por la mala imagen que se generó a lo largo de los años por grupos opositores con y/o fines políticos, pero como todo sistema creado por el hombre, tiene aspectos positivos como negativos pero en conclusión, se tiene más aspectos positivos, por ende hasta la fecha se continúa utilizando.

Actualmente el concepto de la energía eléctrica, dice que este tipo de energía está presente por sí misma en los átomos de los materiales de nuestro entorno del día a día,

del cual lo que se debe realizar, es hallar el modo correcto para extraerla eficientemente desde el tipo de fuente del cual se encuentra.

2.3.5. Definición de Grupo Electrónico

El grupo electrógeno (GE) es un sistema electromecánico, que está compuesto por un motor mecánico Diesel o gasolina y un generador eléctrico.

Normalmente se utilizan cuando no existe energía en la zona y/o por o cortes de energía eléctrica fortuita, de acuerdo con normativas en algunos países, exigen sistema backup de energía, como en hospitales, clínicas, laboratorios, data center, malls y locales comerciales, fábricas en general, cárceles, centros empresariales, etc.

Comúnmente se utilizan los GE en lugares donde no existe energía eléctrica comercial, suelen ser zonas remotas con poca infraestructura y casi no vive gente.

Otra situación es en lugares por gran demanda de energía como en las fábricas, es común que la potencia de la red sea insuficiente y se necesita otra fuente de energía alternativa para abastecerla.

Figura 17: Grupo electrógeno Modelo DE18E3



Fuente: <https://www.unimaq.com.pe/>

El GE está gobernado por el AVR (Automatic Voltage Regulator), su función básica es monitorear y regular el voltaje de entrada como también, compara el voltaje de salida del generador, estabilizando el voltaje de salida ante cambios abruptos originados por las cargas eléctricas, y cuando se ponen en marcha los motores eléctricos de gran potencia, la base teórica de este principio es control por lazo cerrado.

Figura 18: AVR



Fuente: www.amazon.com

2.3.5.1. Motor mecánico

Son motores de combustión interna o motor de explosión, el motor convierte energía química del combustible en energía mecánica, el combustible mezclado con oxígeno comprimido dentro del cilindro del motor + calor por compresión o por chispa eléctrica, se origina una explosión que mueve los pistones sincronizadamente que a su vez mueven el cigüeñal del cual se transmite en su eje, quien se acopla al eje del rotor del generador para generar electricidad, los tipos de motores más utilizados son motores de gasolina y diésel.

Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos electrógenos por lo que se requiere potencia, se caracteriza por ser más robusto ante fluctuaciones abruptas.

2.3.5.2. Generador

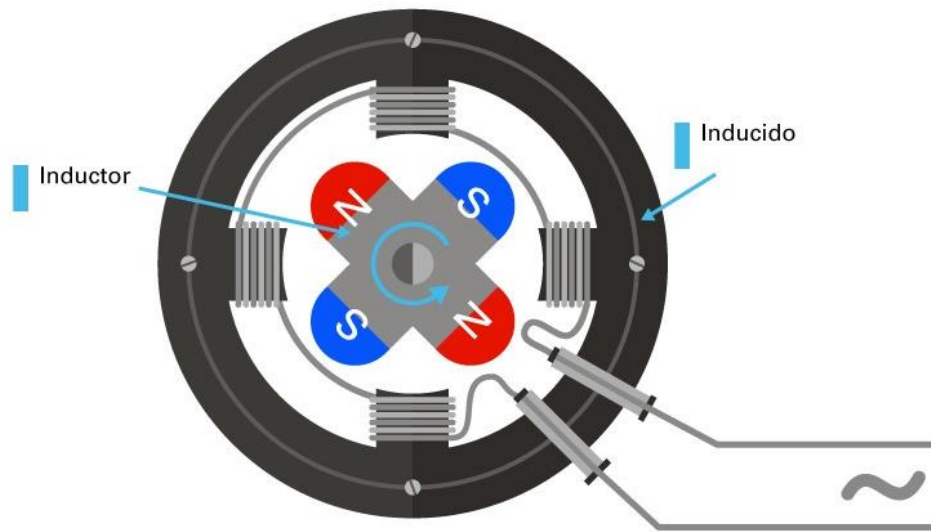
Es la fuente de energía eléctrica que se utiliza para alimentar a las cargas, eléctricas como artefactos del hogar (refrigeradora, hornos microondas, licuadoras, lavadoras, refrigeradora, etc.) e industrial (motores eléctricos, transformadores, sistema de controles industriales, laboratorios, médicos, etc.

El generador transforma la energía mecánica en eléctrica, el generador está compuesto por parte móvil llamado rotor y parte estática llamado estator, el rotor gira por medio del acoplamiento con el eje del motor y eje del rotor, cuando gira, en el bobinado del rotor hace fluir corriente de excitación del cual genera campo magnético variable e induce voltaje en los bobinados del estator (parte estática del generador). El principio de funcionamiento de este sistema, es la ley de Faraday (variación de flujo magnético sobre una bobina).

2.3.5.3. Funcionamiento de generadores eléctricos

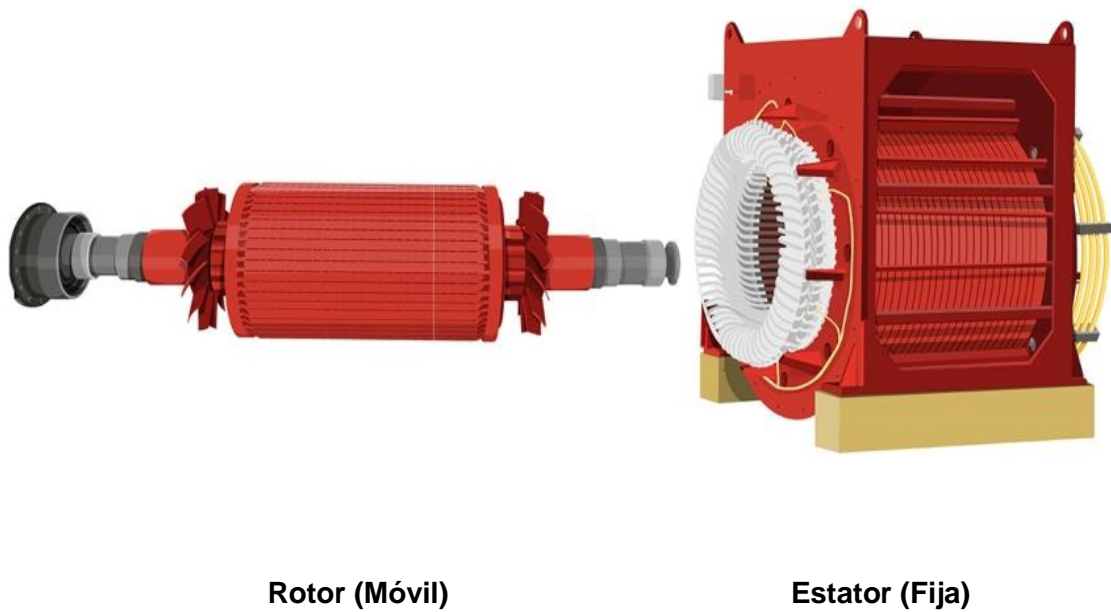
El principio de trabajo es por la ley de Faraday o ley de inducción electromagnética de Faraday del cual está basada en los experimentos de Michael Faraday, físico británico, quien realizó importantes descubrimientos en 1831, sus teorías establecen que el voltaje inducido en una bobina es directamente proporcional al cambio de sentido del flujo del flujo magnético en la bobina o espiral. Se define que si existe una fuente de campo magnético con flujo variable cerca de una bobina de alambre de cobre u otros se presentará o inducirá voltaje en los terminales de dicha bobina.

Figura 19: Generador Eléctrico



Fuente: <https://www.fundacionendesa.org/>

Figura 20: Parte móvil y fija del generador



Fuente: www.amazon.com

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

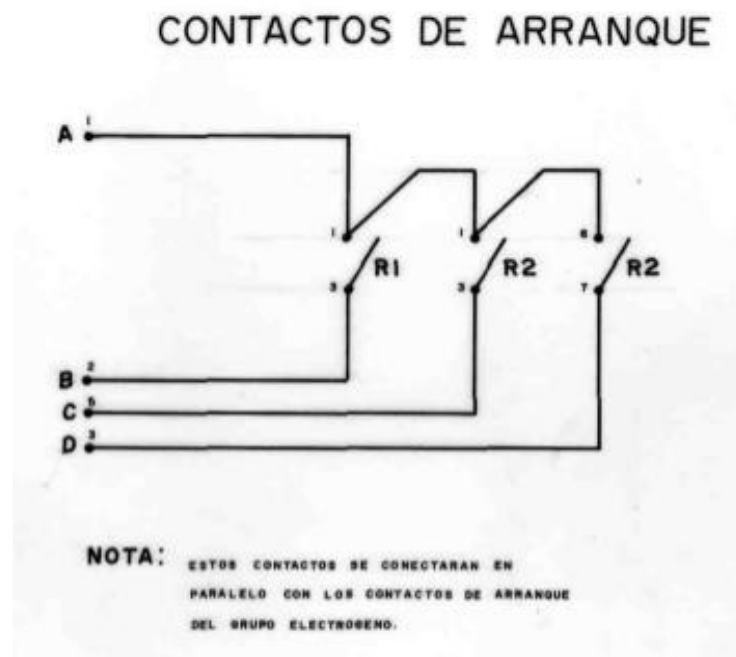
3.1. Desarrollo de la Solución

3.1.1. Información de Campo

La información recolectada en campo es para reconocer el entorno de trabajo de GE y conocer la lógica de trabajo de la máquina GE, entender el procedimiento de arranque, conocer los dispositivos eléctricos que intervienen y sus funciones de cada uno.

Se define el proceso de arranque del cual se debe realizar, para encender a un grupo electrógeno, cuando se utiliza las llaves del propio GE.

Figura 21: Sistema de arranque eléctrico del GE



Fuente: Elaboración propia

Conociendo el principio del modo de arranque del GE, se puede automatizar dicho proceso de arranque por medio de timers de microcontroladores, siguiendo secuencias que realiza el sistema del GE para evitar daños.

También de acuerdo con el comportamiento de los dispositivos, y sus secuencias, podemos definir el patrón de funcionamiento, condiciones de trabajo y diseñar el programa en Arduino IDE.

3.1.2. Soluciones evaluadas

Se analizan las posibles soluciones con sistemas utilizando circuitos eléctricos, sistemas electrónicos programables o desarrollar un sistema propio con sus componentes eléctricos y electrónica requerida.

Por iniciativa propia decidí desarrollar mi propio sistema de transferencia automático, creando el diseño eléctrico y circuito electrónico con apoyo de programas CAD.

3.1.2.1. Selección de Sistema Microcontrolador

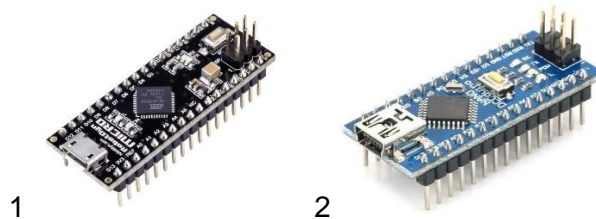
Para seleccionar el microcontrolador adecuado, debió cumplir las siguientes condiciones:

1. Cantidad de pines:
 - a. Entradas digitales
 - b. Salidas digitales
 - c. Entradas analógicas
2. Capacidad de:
 - a. Memoria EEPROM
 - b. Voltaje de trabajo, etc.
3. Tamaño:
 - a. El más pequeño posible
4. Disponibilidad en el mercado
5. Económico
6. Fácil de usar y programar

7. Entorno de programación sea:

- a. Fácil
- b. Rápida
- c. Tenga muchas librerías para:
 - i. LDC
 - ii. Wireless
 - iii. Web
- d. Existencia de simuladores que incorporen al microcontrolador

Se realizó cuadro comparativo entre sistemas Arduino, Raspberry y otros microcontroladores como Picaxe, PIC, etc., se descartaron por precio, entorno de programación, librerías, dimensiones físicas, costo, sobre dimensionado o sub dimensionado de bondades, variedad de periféricos, etc. y centré mi atención en dos candidatos:



Arduino Micro (1) y Arduino Nano (2), por cantidad de pines útiles para las funciones que se requerían, economía y disponibilidad en el mercado, definí usar el microcontrolador Arduino Nano, del cual cumple con todas las características necesarias que el proyecto exige.

3.1.2.1.1. Arduino Nano

Es microcontrolador Arduino Nano, se basa en chip microcontrolador ATmega32U4, está compuesto por 22 pines de entradas / salidas digitales (7 pines se pueden usar como salidas PWM y 12 pines de entradas analógicas), en su interior cuenta con un oscilador de

cristal de 16 MHz, un puerto de con micro USB, un conector de programación ICSP y un botón de reset.

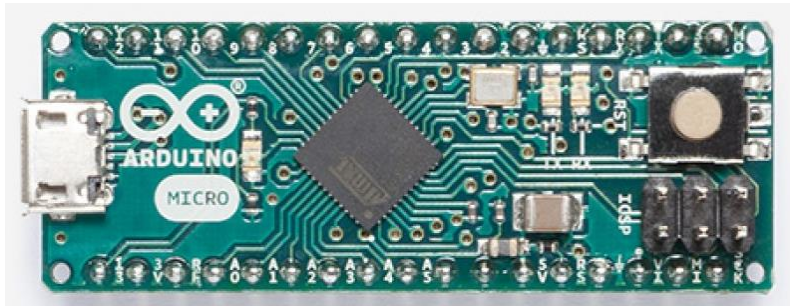
El chip está montado sobre placa impresa, y aquello permite instalarlo de manera fácil en una placa de desarrollo.

El arreglo del chip tiene comunicación USB incorporada, adaptando fácilmente con los puertos USB de las computadoras como si fuera un periférico de la computadora, por ejemplo, un mouse, un teclado, además de un puerto serial / COM virtual. (Arduino, 2020)

3.1.2.1.2. Características Técnicas

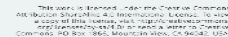
- Microcontrolador: ATmega328P.
- Arquitectura: AVR.
- Tensión de funcionamiento: 5 V.
- Tensión de entrada por el pin VIN-GND: 7V - 12V.
- Memoria flash: 32 KB de los cuales 2 KB
- Memoria SRAM: 2 KB.
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Pines de E/S digitales: 22
- Pines de E/S analógicas: 8.
- Pines de Salida PWM: 6
- EEPROM: 1 KB.
- El consumo de energía: 19mA.
- Tamaño de PCB: 45mm (Largo) x 18mm (Ancho).

Figura 22: Arduino Nano



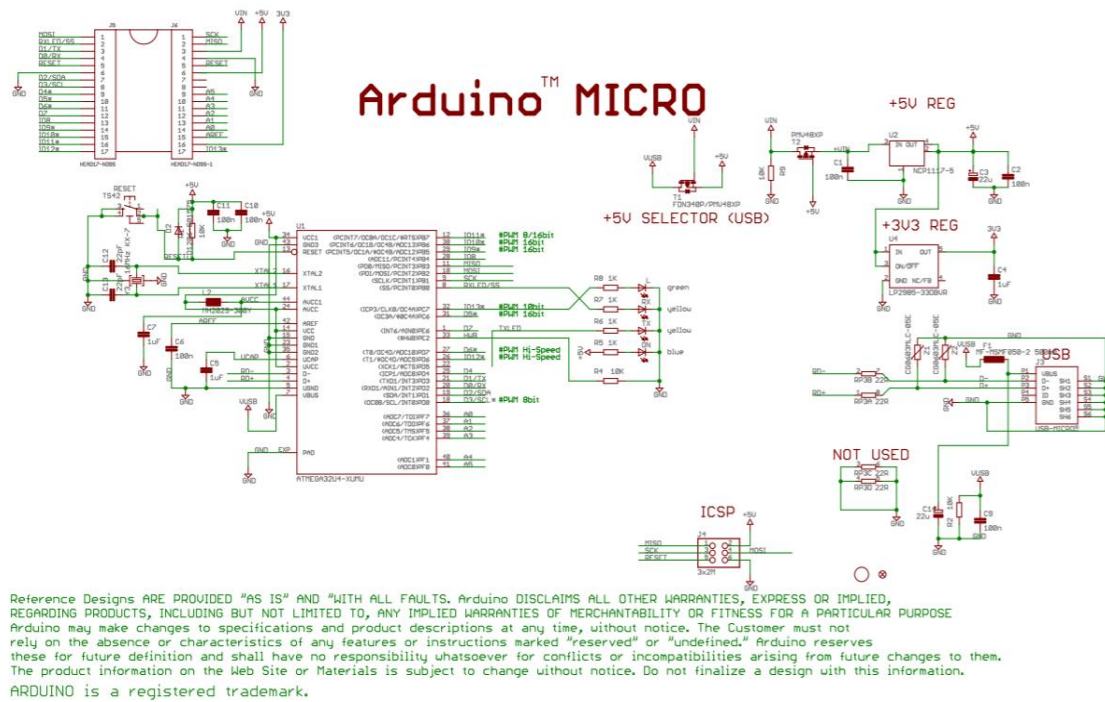
Fuente: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-micro>

Figura 23: Pinado Arduino Nano



Fuente: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-micro>

Figura 24: Esquema general del sistema Arduino



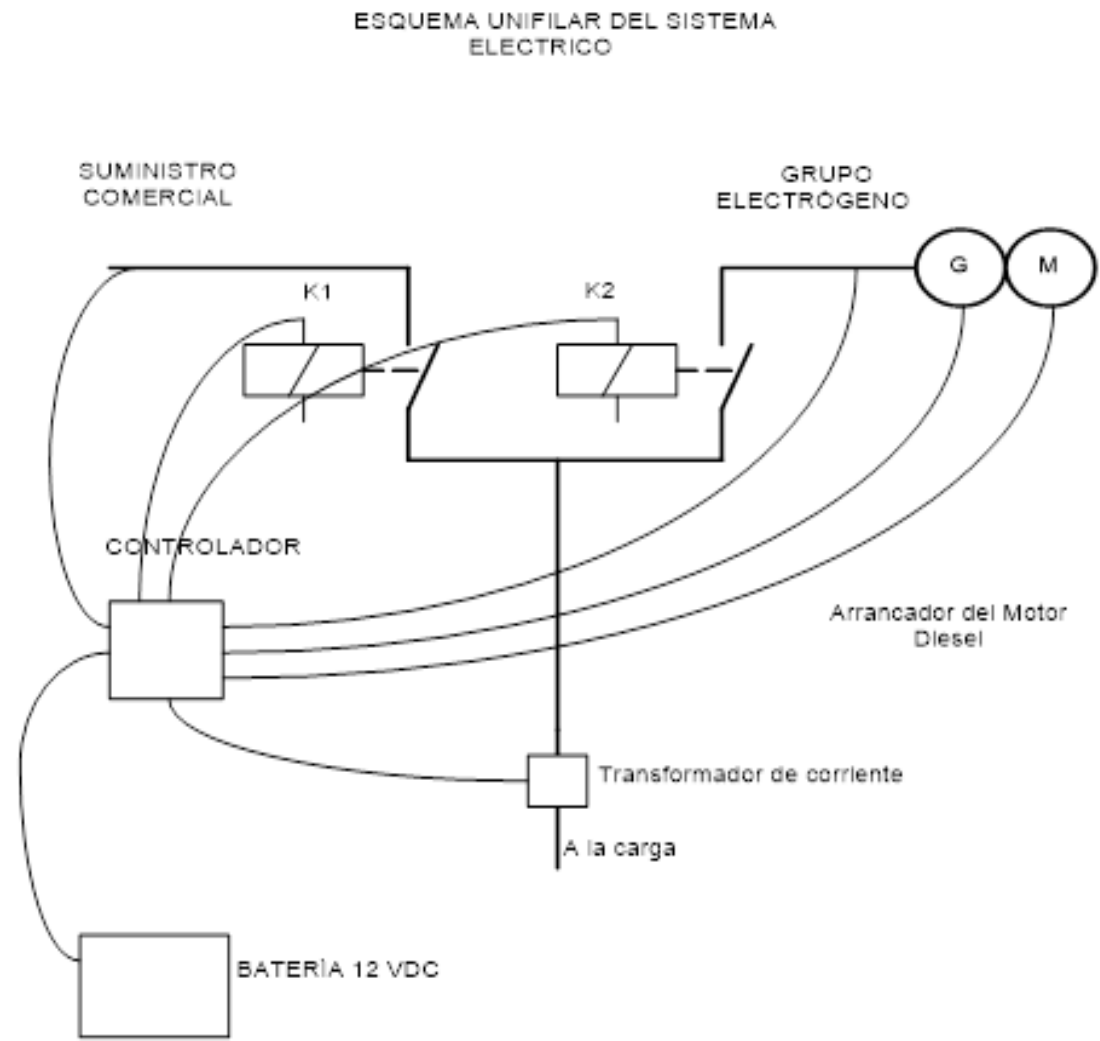
Fuente: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-micro>

3.1.2.2. Empleo del sistema

El microcontrolador se adosa al circuito PCB del cual se diseñó la librería en ORCAD para crear el circuito impreso.

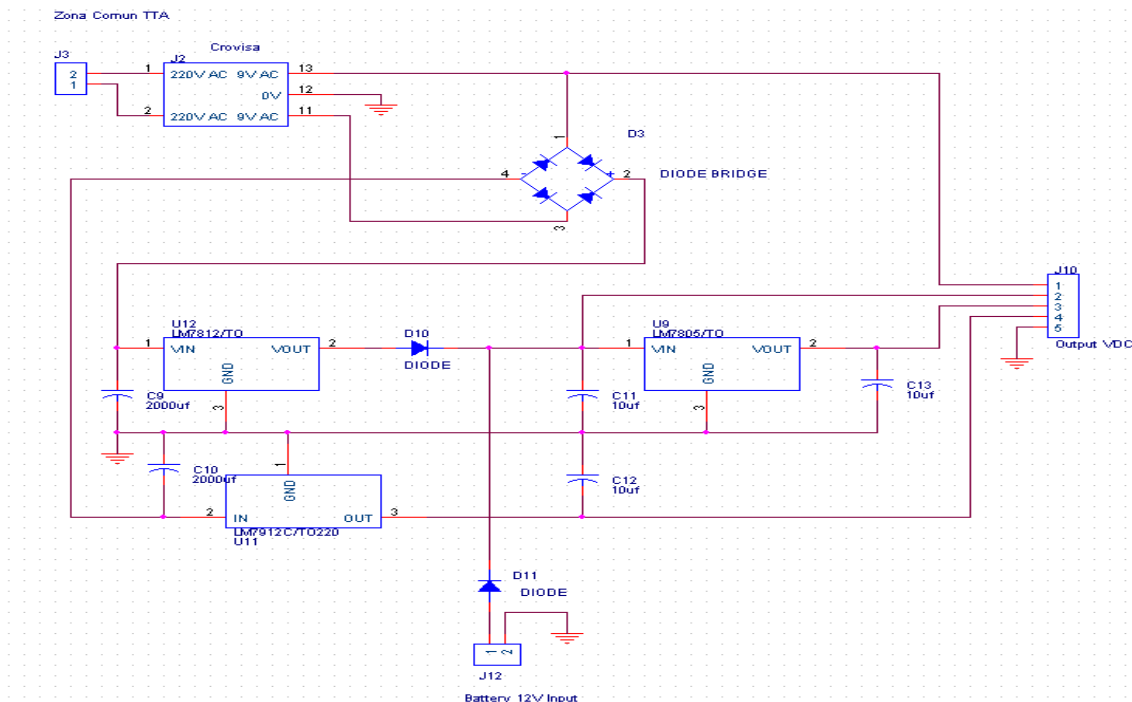
El microcontrolador, es quien gestiona los puertos de entrada y salida de acuerdo con el algoritmo del programa, vale decir que ejecuta una acción ante una señal de entrada y/o subprocesos internos del programa.

Figura 25: Esquema unifilar del tablero de transferencia



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Diseño de Fuente AC/DC



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3. Cronograma del proyecto

Está elaborado y detallado de acuerdo con la secuencia lógica (paso a paso) realizada en el alcance del proyecto, está dividido en 14 semanas.

Tabla 2: Cronograma de actividades del proyecto

Desarrollo de Tablero de Transferencia Automática en Baja Tensión														
Descripción	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14
Inicio: Viabilidad, Costo, Acuerdos, aprobación														
Planificación: Gestión con personal involucrado														
Concepción: Medir de materiales, planos, definiciones														
Diseño: Circuitos de control y fuerza														
Logística: Compra de materiales														
Software: Diseño + reajuste final														
Construcción: Materialización de producto														
Testeo General: Pruebas de funcionamiento real														
Cierre: Entrega de informes														

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4. Lujo de caja (Presupuesto)

Elaborado de acuerdo con los ingresos y egresos que presenta EL proyecto, se contempla financiamiento, ahorro de horas hombre, transporte de personal y los gastos de mantenimiento e instalación, demostrando que en un año ya se recuperó el costo invertido teniendo ya un ahorro de S/. 107.00.

Tabla 3: Presupuesto

Concepto	Monto total S/.	Periodo de Ejecución del Proyecto													
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14
Detalles de ingresos															
Financiamiento proyecto	S/ 2,300.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00
4 horas Hombre Ahorrado		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 83.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Transporte Combustible Ahorrado		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Detalles de egresos															
Ejecución del proyecto		S/ 600.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 300.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Instalación		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 600.00
Auxiliares		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00
Imprevistos		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.00	S/ 0.00
Mantenimiento		S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 200.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 200.00
Acumulado	-S/ 2,300.00	-S/ 1,700.00	-S/ 1,700.00	-S/ 1,700.00	-S/ 1,763.00	-S/ 1,713.00	-S/ 1,413.00	-S/ 1,163.00	-S/ 1,226.00	-S/ 1,226.00	-S/ 1,176.00	-S/ 1,126.00	-S/ 1,239.00	-S/ 1,189.00	-S/ 339.00

Periodo de Recuperación del la Inversión												
Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 40.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 83.00	S/. 870.00	S/. 870.00	S/. 870.00	S/. 870.00	S/. 870.00
S/. 15.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 351.00	S/. 315.00	S/. 279.00	S/. 243.00	S/. 207.00
S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 0.00	S/. 200.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 200.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00
-S/. 284.00	-S/. 371.00	-S/. 258.00	-S/. 145.00	-S/. 32.00	S/. 81.00	S/. 194.00	S/. 107.00	S/. 928.00	S/. 1,713.00	S/. 2,462.00	S/. 3,175.00	S/. 3,852.00

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.5. Planificar la Gestión de las Adquisiciones

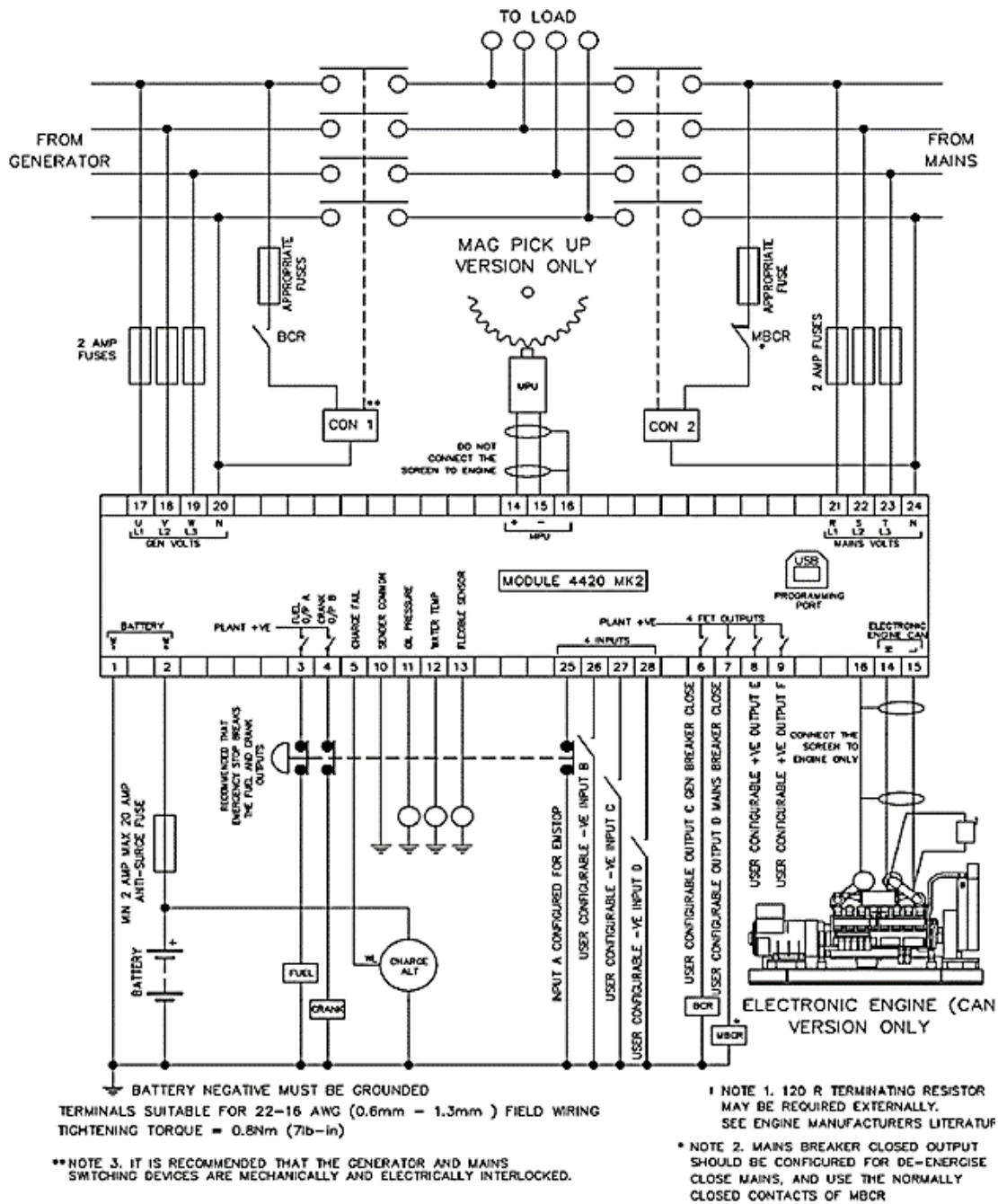
- De acuerdo con el diseño se planifica el metrado de materiales a comprar
- Se analizan las cotizaciones para la selección de la mejor oferta.
- Este proceso se hacía antes del kick off, forma parte de gestión del proyecto.
- Partiendo de la lista de componentes u equipamientos, se procederá con la gestión de compra

Tabla 4: Metrado de materiales

Materiales	Cantidad
Contactador 220V AC 40 Amp	2 Ud.
Relay 220V AC	3 Ud.
Relay 12V DC	3 Ud.
Porta Fusibles	2 Ud.
Transformador 220/12 V AC	1 Ud.
Dispositivos electrónicos	1 Ud.
Circuito impreso	1 Ud.
Cables GPT 16AWG	50m
Cables THW 12 AWG	12m
Materiales consumibles	1 Ud.
Gabinete eléctrico	1 Ud.
Cable THW	5 Ud.
Auxiliares	1 Ud.
Imprevistos	1 Ud.
Instalación	1 Ud.

Fuente: Elaboración propia

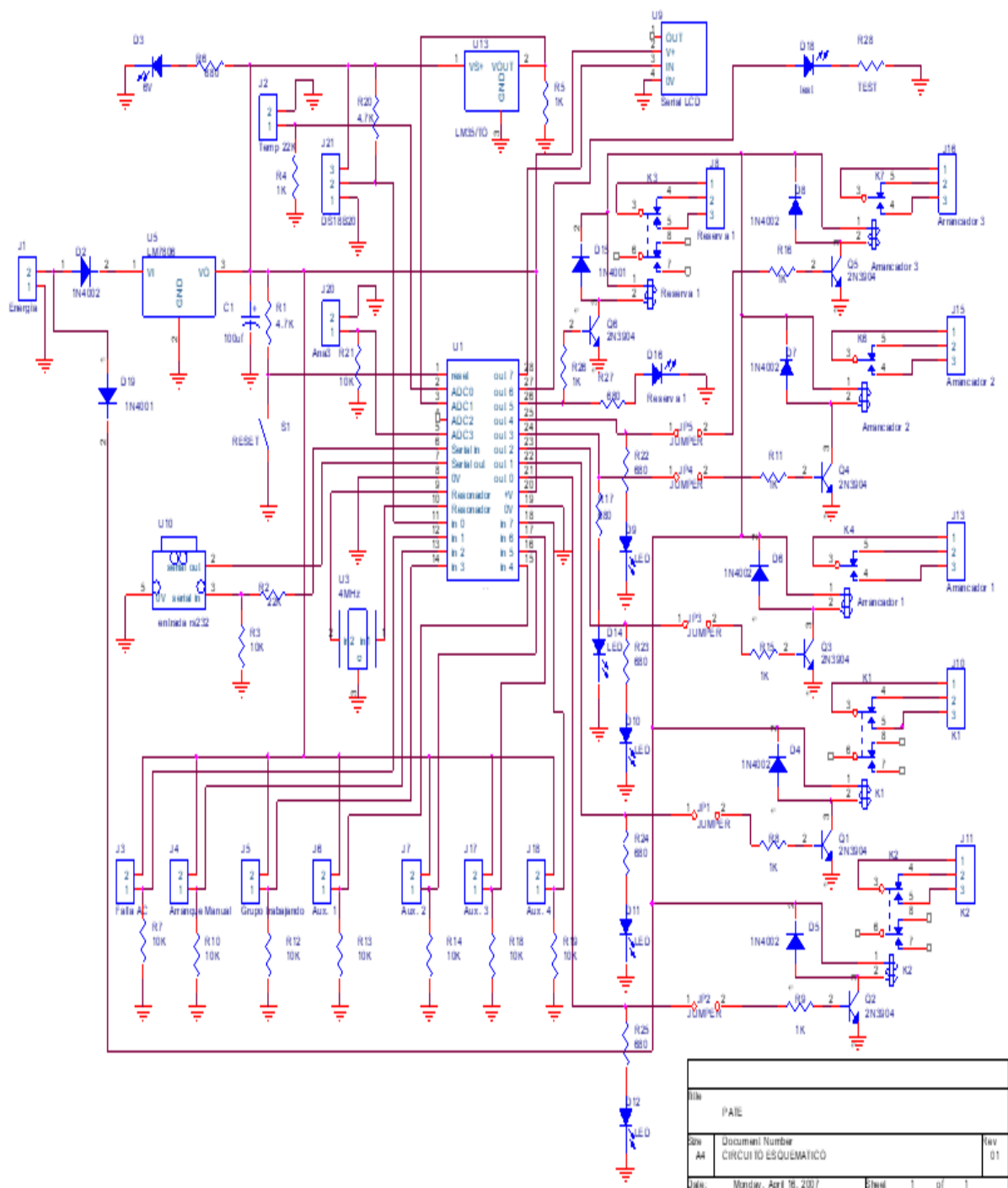
Figura 27: Conexión de un TTA Deep Sea 7320



Fuente: <https://www.deepseaelectronics.com/genset/auto-mains-utility-failure-control-modules/dse7320-mkii>

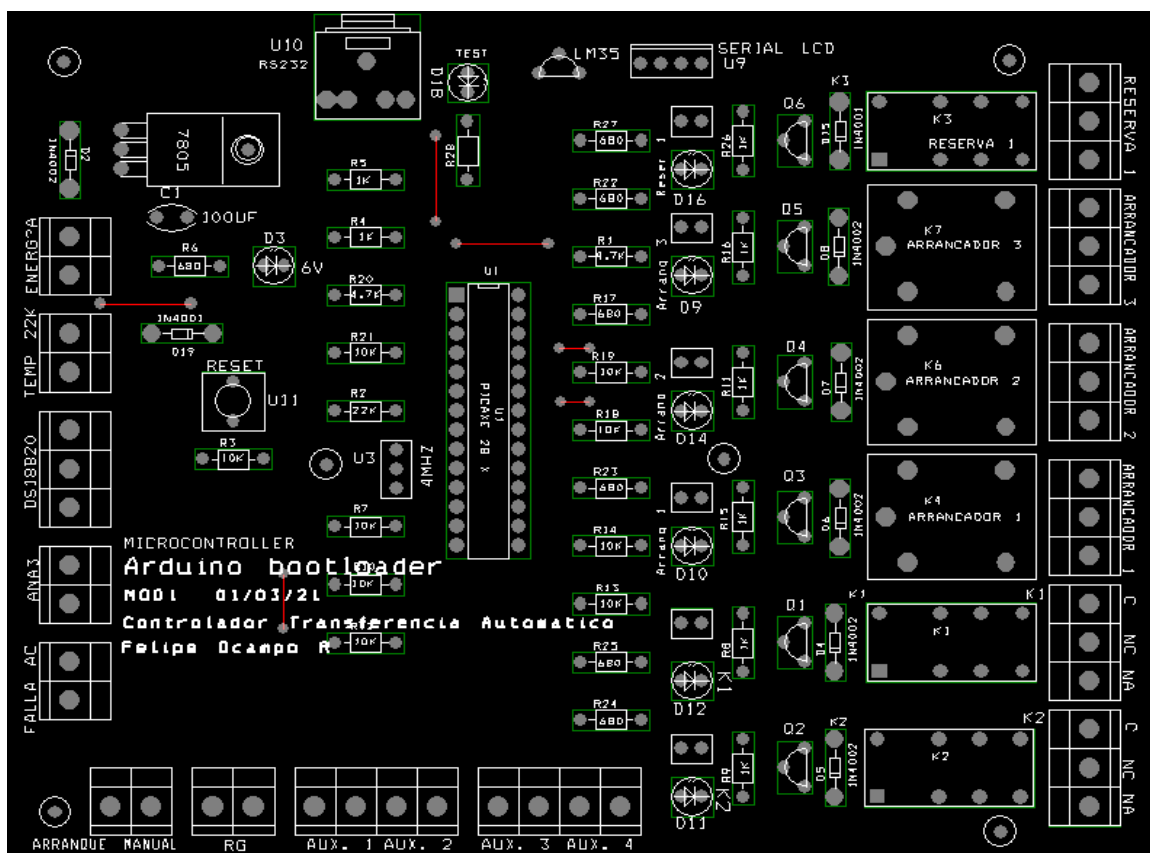
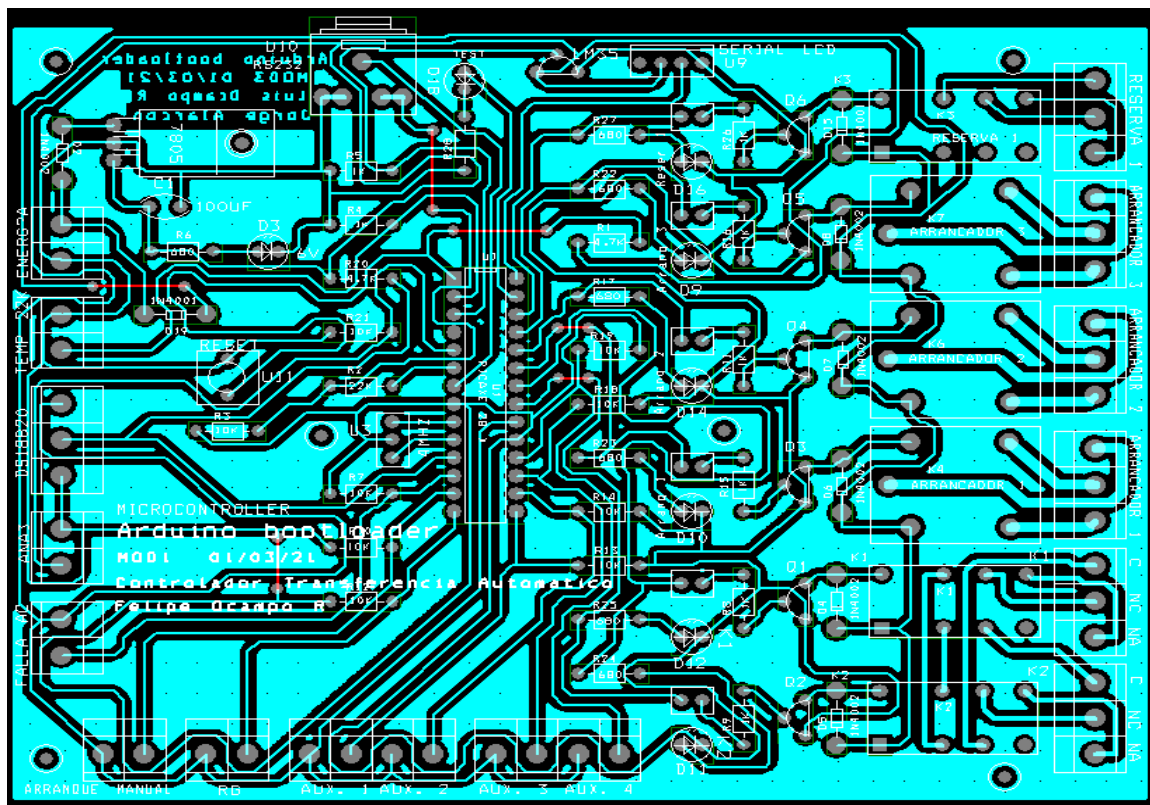
3.1.2.6. Circuito Esquemático e Impreso del Controlador TTA

Figura 28: Circuito Esquemático TTA en ORCAD



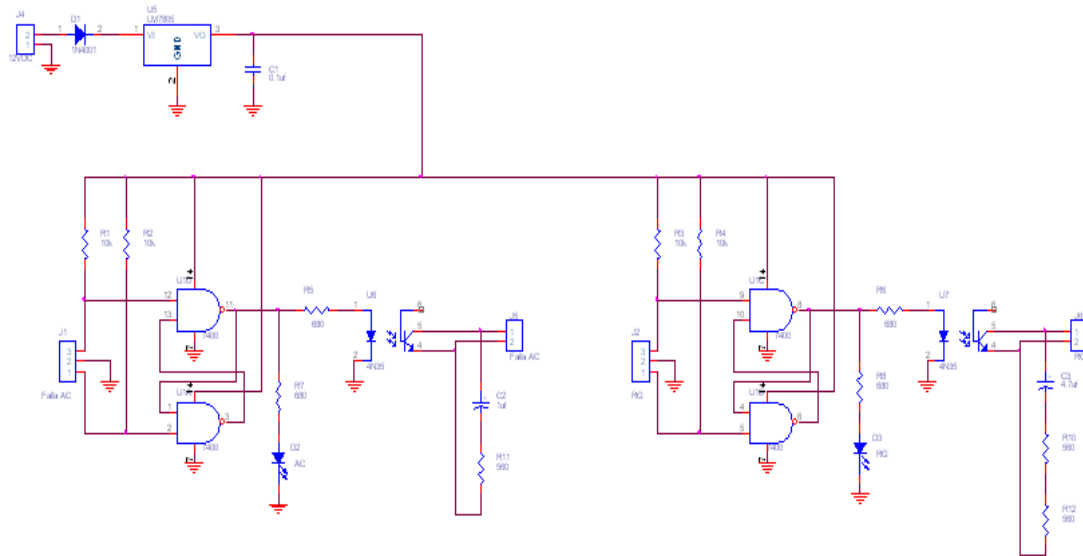
Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Circuito PCB del controlador



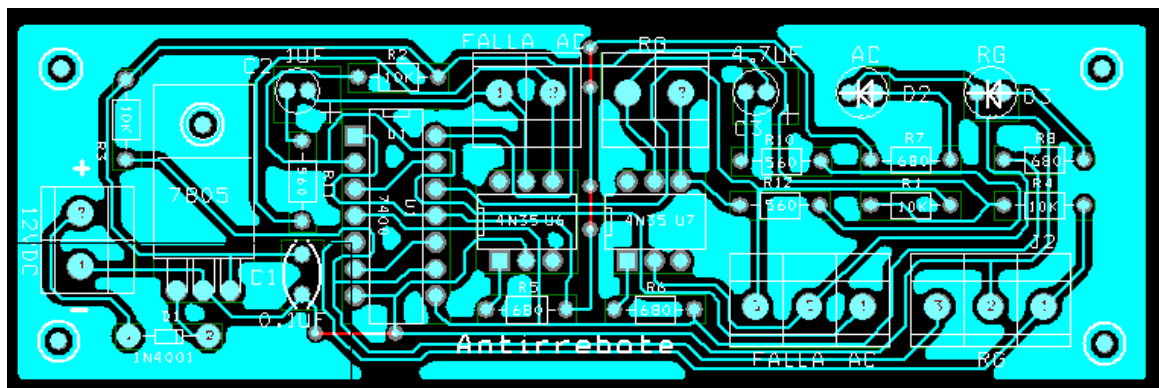
Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Esquemático Antirebote



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Circuito PCB Antirebote



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.7. Sistema de seguridad y protección del sistema TTA

Conjunto de sistemas que permiten salvaguardar el GE y el personal operativo, utilizando diferentes medios (eléctrico, electromecánico, software), se explica líneas abajo.

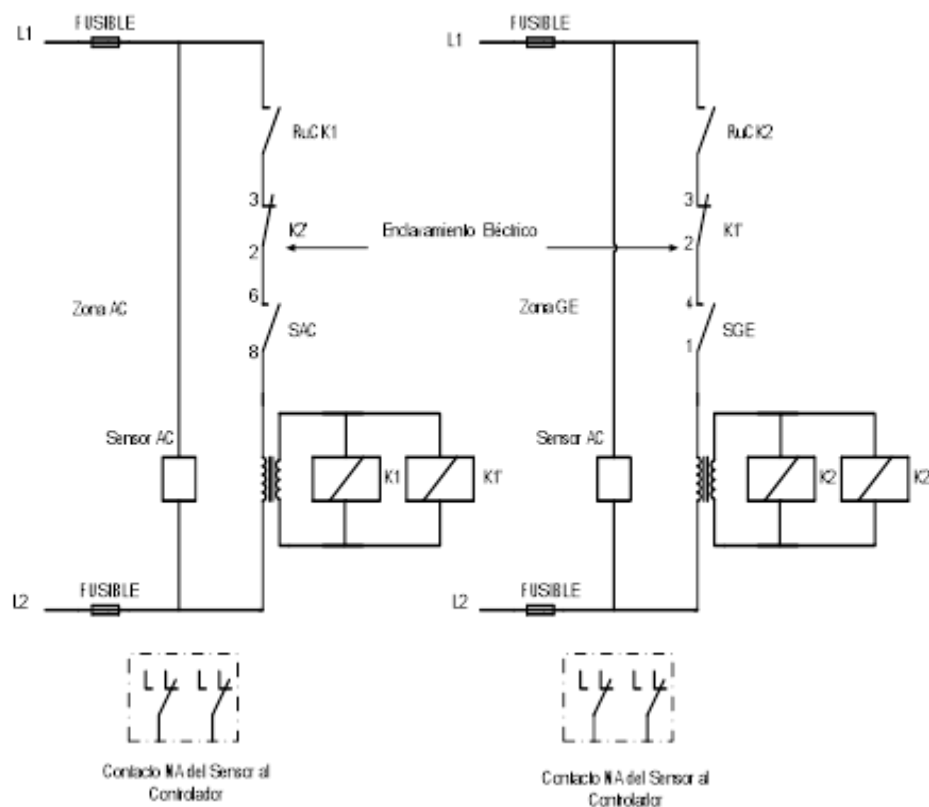
3.1.2.7.1. Enclavamiento eléctrico

Este sistema se implementa para asegurar que los contactores del cual son dispositivos electromecánicos que permiten el paso de energía comercial como del grupo electrógeno.

Requisito fundamental, los contactores jamás deben trabajar ambos al mismo tiempo porque ocasionarían daños muy severos a los sistemas eléctricos del entorno por efecto de corto circuito de alta potencia.

También, el circuito de control eléctrico, tienen fusibles por si ocurriese corto circuito en el mismo.

Figura 32: Circuito de control interfaz Control-Fuerza



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.7.2. Monitoreo de alarmas para protección de los equipos

Monitorea estados de los sensores para con el fin de salvaguardar al grupo electrógeno ante una falla fortuita, el microcontrolador recibe las señales digitales de los sensores, cuando estos se activa por una alarma real del GE de:

1. Presión de aceite
2. Temperatura
3. Sobre velocidad
4. Ausencia de energía en AC en GE
5. Nivel de combustible



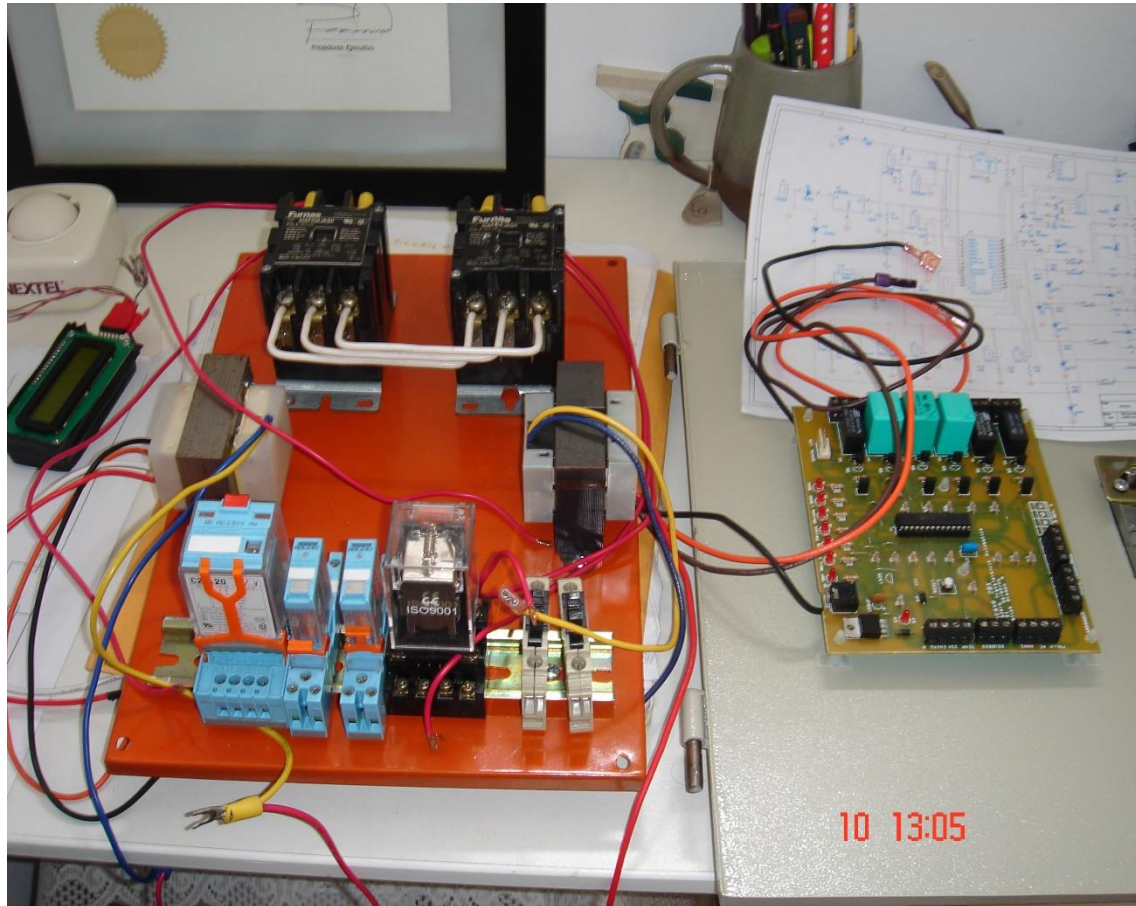
3.1.2.7.3. Parada de emergencia

Se dispone de dos medios para apagar al GE de manera abrupta, se realiza por medio de pulsado del cual el microcontrolador envía señal de activación al relay de apagado y otro medio es de manera manual, pulsando el botón de parada color rojo, ubicado en la parte frontal del tablero, este botón también sirve para mantener bloqueado el sistema de arranque del GE (bujía incandescente, bomba de inyección de combustible) durante un mantenimiento o inspección al GE.



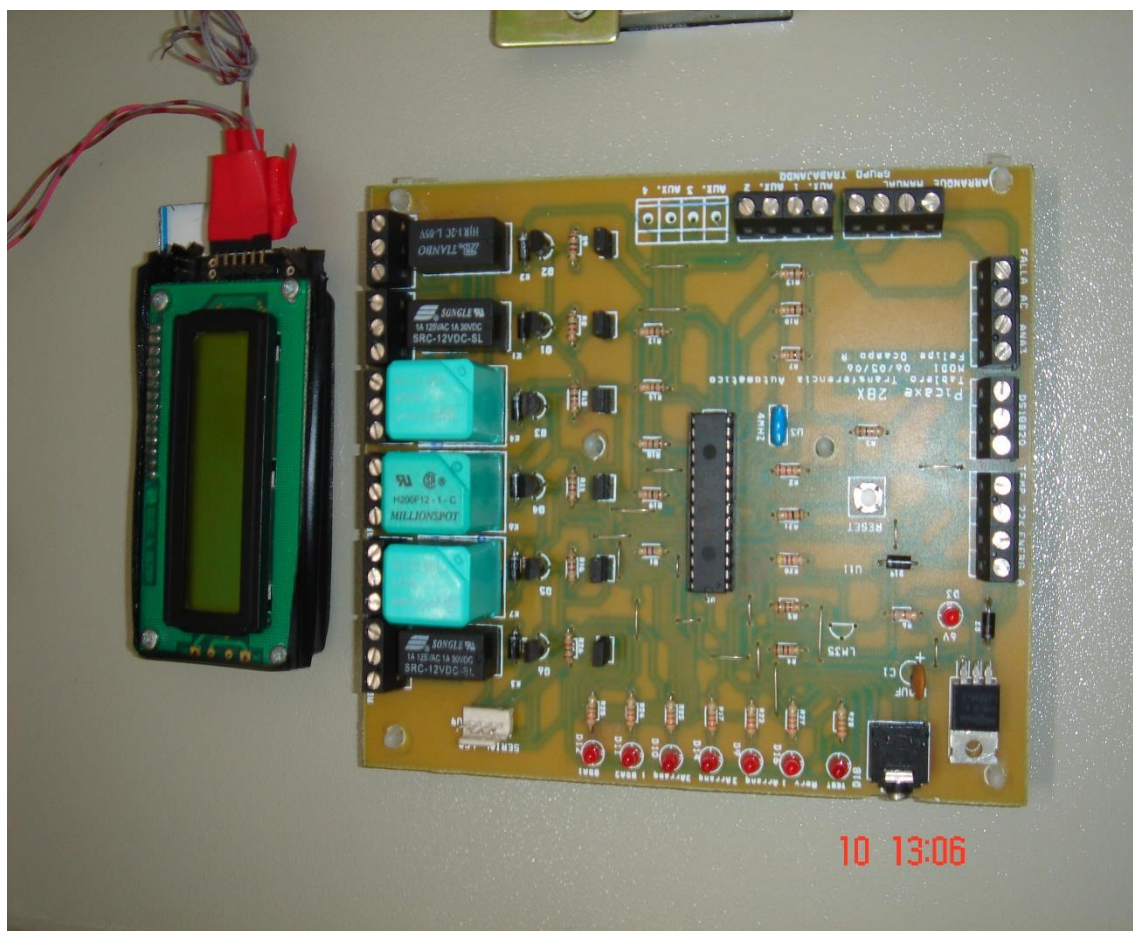
c.- Proceso de construcción de todo el tablero de transferencia automático:

Figura 33: Dispositivos eléctricos y electrónicos



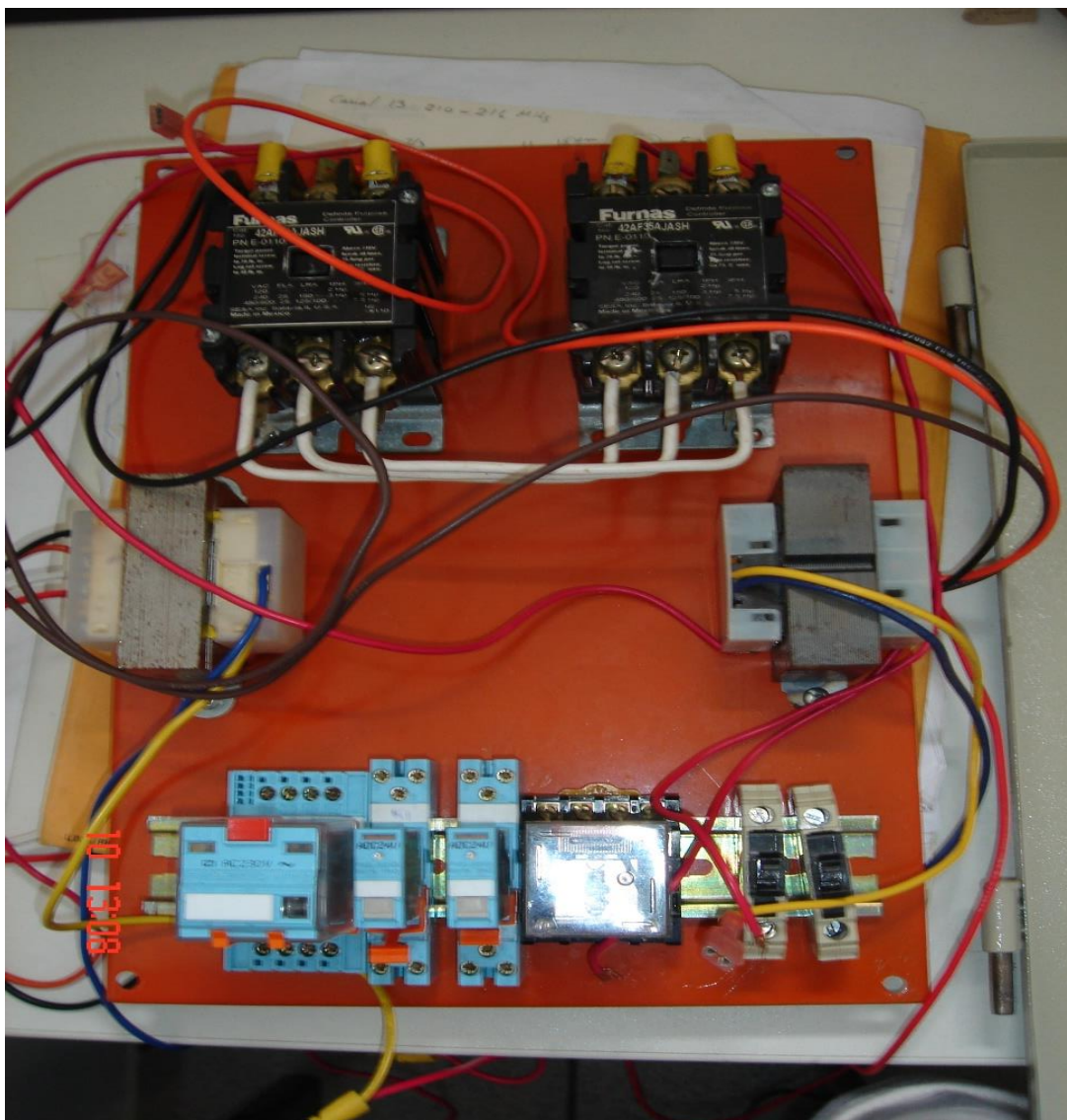
Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Circuito de control electrónico



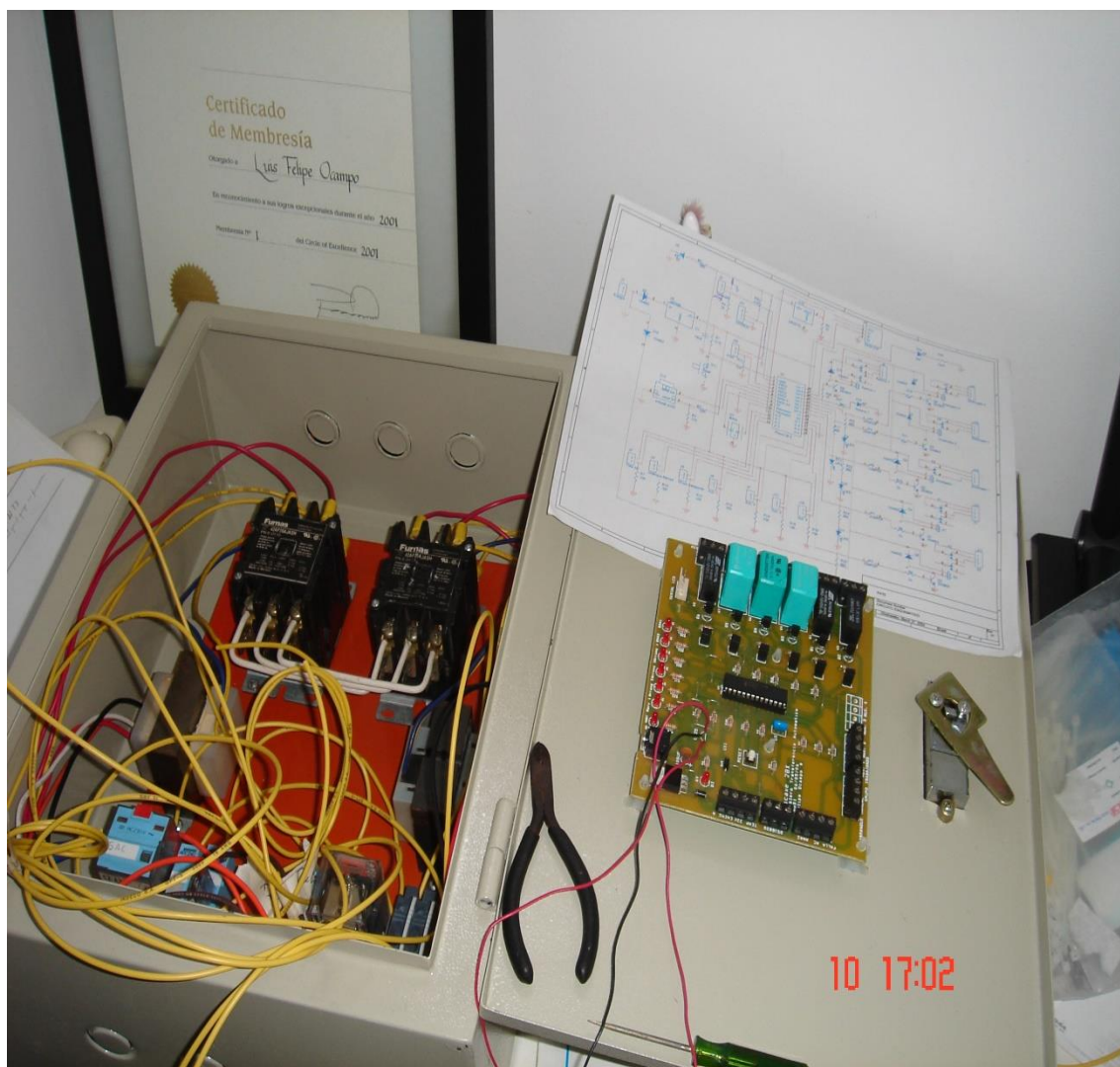
Fuente: Elaboración propia

Figura 35: En proceso de conexionado eléctrico



Fuente: Elaboración propia

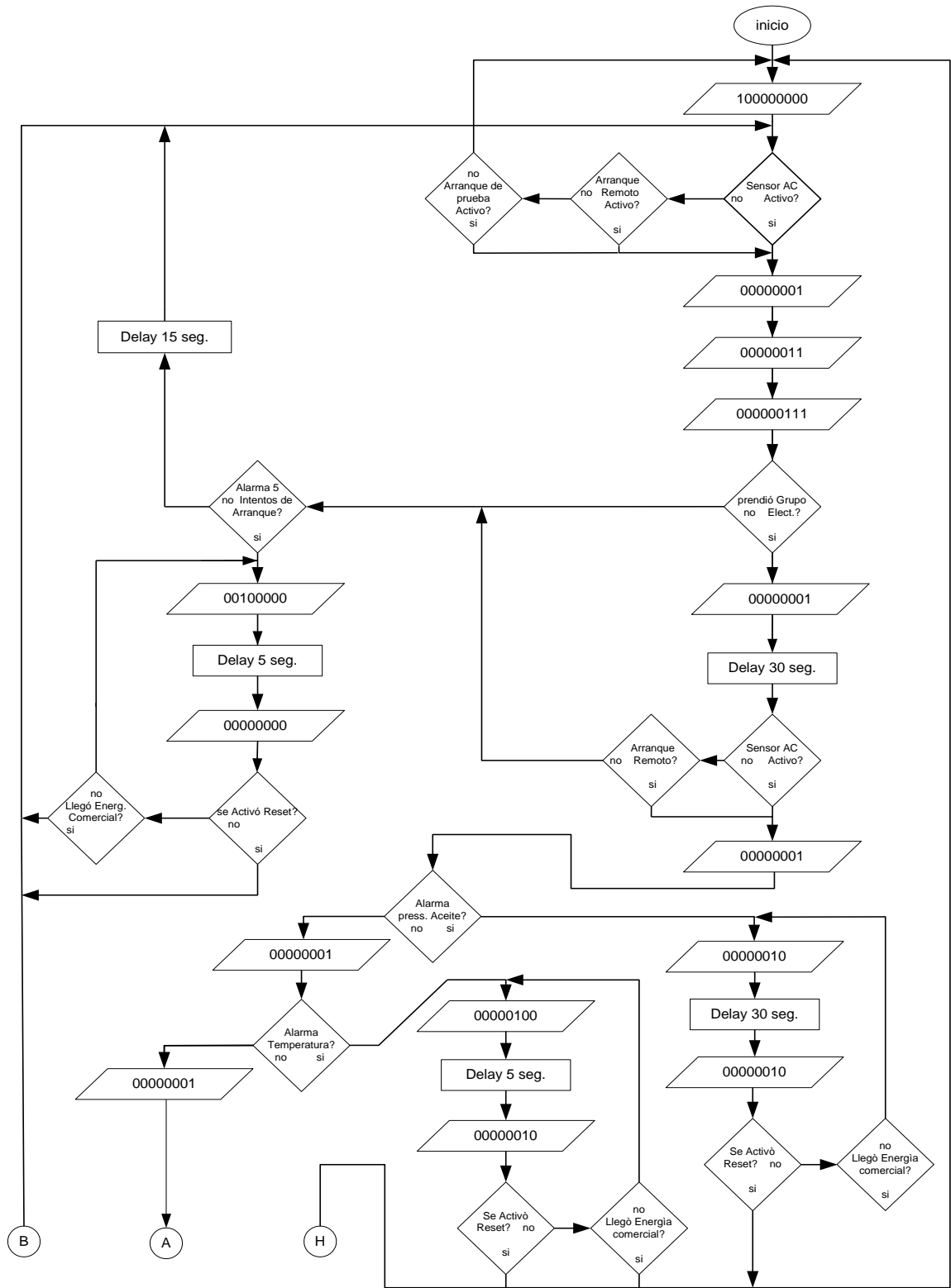
Figura 36: En proceso de cableado de control



Fuente: Elaboración propia

d.- Diagramas de flujo del programa para el programa en entorno Arduino IDE:

Figura 37: Diagrama de flujo del programa del controlador



Fuente: Elaboración propia

3. Programa entorno Arduino IDE:

```
#include <LiquidCrystal.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>


//#define _Digole_Serial_UART_

//#include <DigoleSerial.h>

//DigoleSerialDisp mydisp(&Serial, 9600); //UART:Pin 1(TX) arduino con RX del módulo
LCD

#define LCDCol 16 // Número de columnas 1 cifra para las funciones desde 0 a 15

#define LCDRow 2 // Número de filas 2 cifra para las funciones desde 0 a 1


//Salidas:

#define k1 15 // Out Contactor del suministro comercial

#define k2 16 // Out Contactor del suministro del GE


//Entradas Sensores Primarios:

#define SAC 14 // Sensor AC del suministro comercial

#define GEAC 10 // Alarma de Sensor AC del GE


#define Manual 45 // Señal Modo manual

#define Automático 49 // Señal Modo automático


//Entradas Sensores secundarios:

#define BNC 13 // In Alarma de Alta velocidad

#define BV 6 // In Alarma de Baja velocidad

#define Temp 7 // In Alarma de Temperatura
```



```

#define PA 8 // In Alarma de Presión de aceite

#define SV 9 // In Alarma de Sensor de Voltaje


//Salidas Arranque:

#define a 17 // Out Inicia el proceso de arranque Golpe 1
#define b 18 // Out Inicia el proceso de arranque Golpe 2
#define c 19 // Out Inicia el proceso de arranque Golpe 3
#define d 20 // Out Alarma de GE Warning -----LDC
#define e 21 // Out Alarma de GE Running ----- LCD


//Entradas Panel:

#define O 30 // Parada manual
#define MANO 34 // Modo manual
#define AUTO 38 // Modo automático
#define I 42 //Arranque manual

/*-----Sector Ethernet-----
-----*/

/*-----
-----*/

//LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); //, POSITIVE); //
LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 4, 3, 2); // Objeto de la clase lcd que debo declarar por los pines
que utilizaré

int i, tiempo, A;

int pin7 = 7; // entrada del ancho de pulso del desfase

float x,y,z,rad,grados,fi,KW,Q,q, KVA, KVAR, Irms, Vrms;// Variables para cálculo de
potencias

unsigned long duration;

```

```

void setup(){

  /* mydisp.begin();

  mydisp.clearScreen();

  mydisp.disableCursor();

  Serial.begin(9600); */ // Activa puerto serial

/*-----Sector Ethernet-----
-----*/

  //analogReference(INTERNAL);

  // analogReference(INTERNAL1V1); //solo Arduino Mega

/*-----Sector Ethernet-----
-----*/

  lcd.begin (20,4);

  lcd.print ("Iniciando Sistema");

  pinMode(k1, OUTPUT); // Contactor Energía comercial

  pinMode(k2, OUTPUT); // Contactor GE

  pinMode(a, OUTPUT); // golpe 1 de arranque

  pinMode(b, OUTPUT); // golpe 2 de arranque

  pinMode(c, OUTPUT); // golpe 3 de arranque

  pinMode(d, OUTPUT); // GE Warning

  pinMode(e, OUTPUT); // GE Trabajando


  pinMode(Manual, OUTPUT);

  pinMode (Automático, OUTPUT);


  //pinMode(AV, INPUT);

  pinMode(BNC, INPUT); // Bajo nivel de combustible

```

```

pinMode(Temp, INPUT); // Sensor de Temperatura

pinMode(PA, INPUT); // Sensor presión de aceite

pinMode(SV, INPUT); // Sobre velocidad

pinMode(GEAC, INPUT); //Sensor GE trabajando

pinMode(SAC, INPUT); // Sensor Energía comercial


pinMode(O, INPUT); // Parada manual

pinMode(MANO, INPUT); // Modo manual

PinMode (AUTO, INPUT); // Automático

PinMode (I, INPUT); // Arranque manual

Void borraLinea (int columna, int fila)

/* mydisp.setPrintPos (columna, fila);

mydisp.println ("          ");

mydisp.setPrintPos (columna, fila);

i = 0; */

}

/*-----Mientras exista energía comercial-----
----- */

void loop(){

    While (digitalRead (SAC) == LOW){ // Lee el sensor AC del suministro comercial si
está en bajo, todo marcha bien

        delay (100);

        digital Write (k1, HIGH); // K1 trabajando si todo está normal

        digitalWrite(k2, LOW); // K2 desactivado si todo está normal

        lcd.begin(16,2); // Columna, fila

        lcd.print("Suministro AC Ok");

        Serial.print("Suministro AC Ok");

```

```

i = 0;

A = 0;

/*a-----Botón Modo Manual-----
-----*/

if (digitalRead(MANO)== LOW){
    digital Write (Automático, LOW);
    digitalWrite (Manual, HIGH); // Alarma MODO MANUAL
    digital Write (Automático, LOW);
    delay (1000);

    while (A <= 4){ // artificio para SALIR de las secuencias de arranque generado por
botón O

        A=1; // se asigna valor para la secuencia continúe

        while (A <= 1){ // artificio para mantener la condición y las secuencias de
arranque continúen

            if (digitalRead(I)== LOW){ /*-----Boton Arranque Manual-----
-----*/

                delay(2000);

                for(int i=1; i<=5; i++){ // Defino i con 4 intentos de arranque de GE

                    delay(1000);

                    lcd.begin(16,2);    // Columna, fila

                    lcd.clear();

                    lcd.print("Proceso Arranque");

                    Serial.print("Proceso Arranque");

                    lcd.setCursor(0,1);// columna, fila

                    lcd.print("Arranque: ");

                    lcd.print(i);

                    Serial.print("Arranque: ");

```

```

Serial .print (i);

Delay (100);

digitalWrite(a, HIGH); // Da el primer golpe de arranque

delay(1000);

digitalWrite(b, HIGH); // Da el segundo golpe de arranque

delay(200);

digitalWrite(c, HIGH); // Da el tercer golpe de arranque

delay(1000);

/*-----Cuando el GE trabaja EN VACIO-----
-----*/

if(digitalRead(GEAC) == LOW){ // pregunta: el GE arrancó?, por medio del
sensor de AC del GE (GEAC)

    while(digitalRead(O)==HIGH){ // PARADA para apagar el GE en vacío

        digitalWrite(c, LOW);    // Apaga el último golpe

        delay(1000);            // Se da 30 segundos para que el GE caliente

        //digitalWrite(k2, HIGH); // Activa el contactor k2 ya que el GE está

trabajando

        digitalWrite(e, HIGH);    // Alarma de GE trabajando: GE running

        lcd.begin(16,2);          // Columna, fila

        lcd.clear();

        lcd.print("GE Trabajando");

        Serial.print("GE Trabajando");

        i = 7;

        A = 4;

    }

}

```

```

digitalWrite(c, LOW); // Apaga el tercer golpe de arranque
digitalWrite(b, LOW); // Apaga el segundo golpe de arranque
digitalWrite(a, LOW); // Apaga el primer golpe de arranque
digitalWrite(e, LOW); // ALARMA grupo apagado
}

digitalWrite(c, LOW); // Apaga el tercer golpe de arranque
digitalWrite(b, LOW); // Apaga el segundo golpe de arranque
digitalWrite(a, LOW); // Apaga el primer golpe de arranque
digitalWrite(e, LOW); //alarma GE pagado

if (i == 5) // artificio para evitar aparezca alarma de WARNING cuando no
lo es

{
  lcd.print("GE No Trabaja");
  Serial.print("GE No Trabaja");
  lcd.setCursor(0,1);      // Columna, fila
  lcd.print("Fuera de Servicio");
  Serial.print("Fuera de Servicio");
  digitalWrite(d, HIGH);    // GE warning indica alarma de falla en GE
y permanece así hasta que retorne energía

  i = 6;                    // i toma el valor de 6 para que ya no realice otro
intento de arranque

}

}

if (digitalRead(AUTO)== LOW){ /*-----Boton Arranque Manual-----
-----*/

  A= 5;

```



```

lcd.clear();

lcd.print("Proceso Arranque");

Serial.print("Proceso Arranque");

lcd.setCursor(0,1);// columna, fila

lcd.print("Arranque: ")

;lcd.print(i);

Serial.print("Arranque: ");

Serial.print (i);

Digital Write(k1, LOW); // Desactiva contactor K1 de energía comercial

delay(100);

digitalWrite(a, HIGH); // Da el primer golpe de arranque

delay(1000);

digitalWrite(b, HIGH); // Da el segundo golpe de arranque

delay(200);

digitalWrite(c, HIGH); // Da el tercer golpe de arranque

delay(1000);

/*-----Cuando el GE trabaja el K2 se pone en servicio-----
-----*/

if(digitalRead(GEAC) == LOW){ // pregunta: el GE arrancó?, por medio del
sensor de AC del GE (GEAC)

    while(digitalRead(SAC)==HIGH){ // MIENTRAS NO EXISTA ENERGIA
COMERCIAL

        digitalWrite(c, LOW);    // Apaga el último golpe

        delay(1000);            // Se da 30 segundos para que el GE caliente

        digitalWrite(k2, HIGH);  // Activa el contactor k2 ya que el GE está
trabajando

```



```

digitalWrite(e, HIGH);    // Alarma de GE trabajando: GE running

lcd.begin(16,2);          // Columna, fila

lcd.clear();

lcd.print("GE Trabajando");

Serial.print("GE Trabajando");

lcd.setCursor(0,1);       // Columna, fila

lcd.print("K2 Activado");

Serial.print("K2 Activado");

/*-----Sensado de alarmas-----
-----*/

if (digitalRead(Temp) == LOW){ // ALARMA DE TEMPERATURA

    lcd.begin(16,4); // Columna, fila

    lcd.clear();    //

    lcd.print("Alta Temperatura"); //

    Serial.print("Alta Temperatura");//

    lcd.begin(16,3); // Columna, fila

    lcd.clear();    //

    lcd.print("GE Warning"); //

    Serial.print("GE Warning");//

    lcd.setCursor(0,1);    // Columna, fila

    lcd.print("GE Apagando");

    Serial.print("GE Apagando");

    digitalWrite(k2, LOW); // K2 se desactivada por precaución cuando
ya retornó la energía comercial

    delay (1000);

    digitalWrite(k1, LOW); // K1 se mantiene desactivado por
precaución cuando ya retornó la energía comercial

```

```

delay(1000);

digitalWrite(b, LOW );    // Apaga GE con el segundo golpe

delay(200);

digitalWrite(a, LOW);     // Apaga GE con el primer golpe

digitalWrite(c, LOW);     // Se desactiva la alarma de GE trabajando:

```

GE running

```

delay(5000);

i = 6;

```

```

while(digitalRead(SAC) == HIGH){ // Espera que retorne energía

```

comercial

```

    lcd.print("GE No Trabaja");

    Serial.print("GE No Trabaja");

    lcd.setCursor(0,1);      // Columna, fila

    lcd.print("Fuera de Servicio");

    Serial.print("Fuera de Servicio");

    digitalWrite(d, HIGH);    // GE warning indica alarma de falla en

```

GE y permanece así hasta que retorne energía

```

        i = 6;                // i toma el valor de 6 para que ya no realice

```

otro intento de arranque

```

    }

}

if (digitalRead(PA) == LOW){ // ALARMA PRESION DE ACEITE

```

```

    lcd.begin(16,4); // Columna, fila

    lcd.clear();     //

    lcd.print("Presión de Aceite"); //

```

```

Serial.print("Presión de Aceite");//

lcd.begin(16,3); // Columna, fila

lcd.clear();    //

lcd.print("GE Warning"); //

Serial.print("GE Warning");//

lcd.setCursor(0,1);    // Columna, fila

lcd.print("GE Apagando");

Serial.print("GE Apagando");


digitalWrite(k2, LOW);    // K2 se desactivada por preclusión cuando
ya retornó la energía comercial

delay (1000);

digitalWrite(k1, LOW);    // K1 se mantiene desactivado por
precaución cuando ya retornó la energía comercial

delay(1000);

digitalWrite(b, LOW );    // Apaga GE con el segundo golpe

delay(200);

digitalWrite(a, LOW);    // Apaga GE con el primer golpe

digitalWrite(c, LOW);    // Se desactiva la alarma de GE trabajando:

GE running

delay(5000);

i = 6;

while(digitalRead(SAC) == HIGH){ // Espera que retorne energía
comercial

    lcd.print("GE No Trabaja");

    Serial.print("GE No Trabaja");

    lcd.setCursor(0,1);    // Columna, fila

```

```

        lcd.print("Fuera de Servicio");

        Serial.print("Fuera de Servicio");

        Digital Write(d, HIGH);    // GE warning indica alarma de falla en
GE y permanece así hasta que retorne energía

        i = 6;                    // i toma el valor de 6 para que ya no realice
otro intento de arranque

    }

}

if (digitalRead(SV) == LOW){ // ALARMA SOBRE VELOCIDAD

    lcd.begin(16,4); // Columna, fila

    lcd.clear();    //

    lcd.print("Sobre Velocidad"); //

    Serial.print("Sobre Velocidad");//

    lcd.begin(16,3); // Columna, fila

    lcd.clear();    //

    lcd.print("GE Warning"); //

    Serial.print("GE Warning");//

    lcd.setCursor(0,1);    // Columna, fila

    lcd.print("GE Apagando");

    Serial.print("GE Apagando");

    digitalWrite(k2, LOW);    // K2 se desactivada por precaución cuando
ya retornó la energía comercial

    delay (1000);

    digitalWrite(k1, LOW);    // K1 se mantiene desactivado por
precaución cuando ya retornó la energía comercial

    delay(1000);

    digitalWrite(b, LOW );    // Apaga GE con el segundo golpe

```

```

delay(200);

digitalWrite(a, LOW);    // Apaga GE con el primer golpe
digitalWrite(c, LOW);    // Se desactiva la alarma de GE trabajando:

GE running

delay(5000);

i = 6;

while(digitalRead(SAC) == HIGH){ // Espera que retorne energía
comercial

    lcd.print("GE No Trabaja");
    Serial.print("GE No Trabaja");

    lcd.setCursor(0,1);      // Columna, fila
    lcd.print("Fuera de Servicio");
    Serial.print("Fuera de Servicio");

    Digital Write(d, HIGH);    // GE warning indica alarma de falla en
GE y permanece así hasta que retorne energía

    i = 6;                    // i toma el valor de 6 para que ya no realice
otro intento de arranque

    }

    }

if (digitalRead (BNC) == LOW){    // ALARMA BAJO NIVEL DE
COMBUSTIBLE

    lcd.begin(16,4); // Columna, fila
    lcd.clear();    //

    lcd.print("Bajo Nivel de Combustible"); //
    Serial.print("Bajo Nivel de Combustible");//

}

```

```

/*-----Fin de sensado de alarmas del GE-----
-----*/

} // RETORNA AC COMERCIAL

delay(1000);

lcd.begin(16,2);      // Columna, fila

lcd.clear();

lcd.print("Retorno AC");

Serial.print("Retorno AC");

lcd.setCursor(0,1);   // Columna, fila

lcd.print("GE Apagando");

Serial.print("GE Apagando");


digitalWrite(k2, LOW); // K2 se desactivada por precaución cuando ya
retornó la energía comercial

delay (1000);

digitalWrite(k1, LOW); // K1 se mantiene desactivado por precaución
cuando ya retornó la energía comercial

delay(1000);

digitalWrite(b, LOW ); // Apaga GE con el segundo golpe

delay(200);

digitalWrite(a, LOW); // Apaga GE con el primer golpe

digitalWrite(c, LOW); // Se desactiva la alarma de GE trabajando: GE
running

delay(5000);

i = 6;

}

```

```

digitalWrite(k2, LOW); // K2 desactivado si el GE no funciona
digitalWrite(k1, LOW); // K1 desactivado mientras no retorne energía o se
haga un reset físico

digitalWrite(c, LOW); // Apaga el tercer golpe de arranque
digitalWrite(b, LOW); // Apaga el segundo golpe de arranque
digitalWrite(a, LOW); // Apaga el primer golpe de arranque
}

digitalWrite(k2, LOW); // K2 desactivado si el GE no funciona
digitalWrite(k1, LOW); // K1 desactivado mientras no retorne energía o se
haga un reset físico

digitalWrite(c, LOW); // Apaga el tercer golpe de arranque
digitalWrite(b, LOW); // Apaga el segundo golpe de arranque
digitalWrite(a, LOW); // Apaga el primer golpe de arranque

if (i > 5)
{
while(digitalRead(SAC) == HIGH){ // Espera que retorne energía comercial
    lcd.print("GE No Trabaja");
    Serial.print("GE No Trabaja");
    lcd.setCursor(0,1);          // Columna, fila
    lcd.print("Fuera de Servicio");
    Serial.print("Fuera de Servicio");
    digitalWrite(d, HIGH);      // GE warning indica alarma de falla en GE y
permanece así hasta que retorne energía

    i = 6;                      // i toma el valor de 6 para que ya no realice otro
intento de arranque
}
}

```

```
                Digital Write(d, LOW);        // GE warning se borra porque ya retornó la
energía
            }
        }
    }
}
```

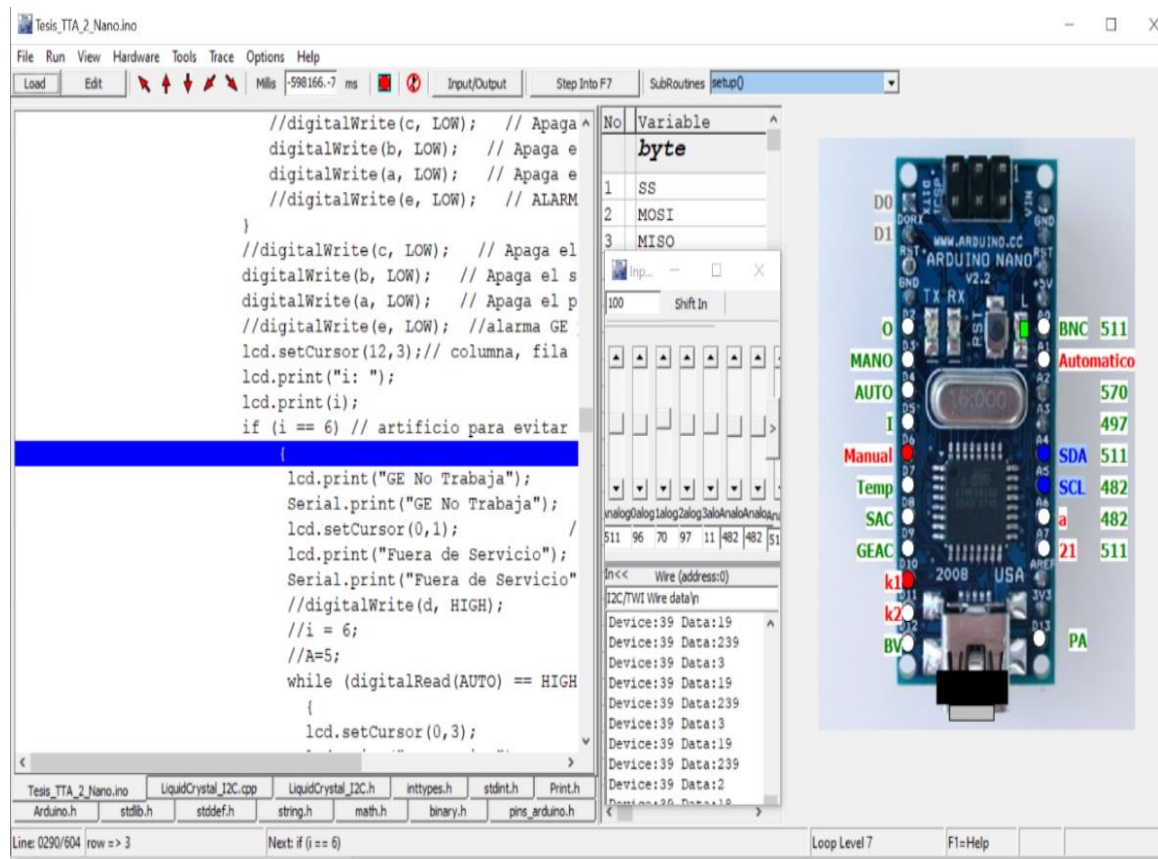

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1. Resultados

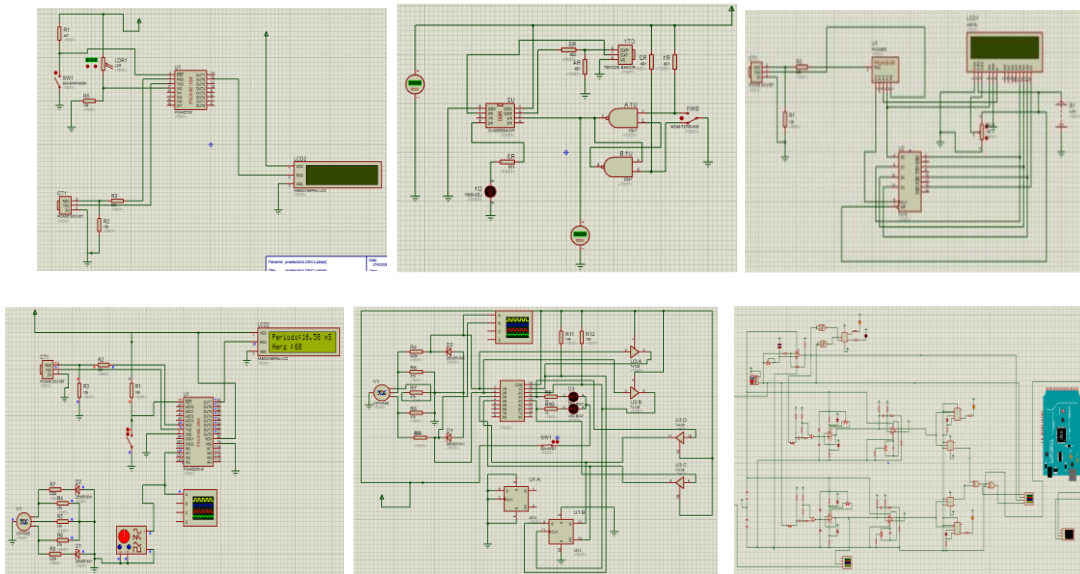
4.1.1 Prueba de corrimiento de programa en entorno simulado

Figura 38: Entorno de programación y simulación del programa IDE



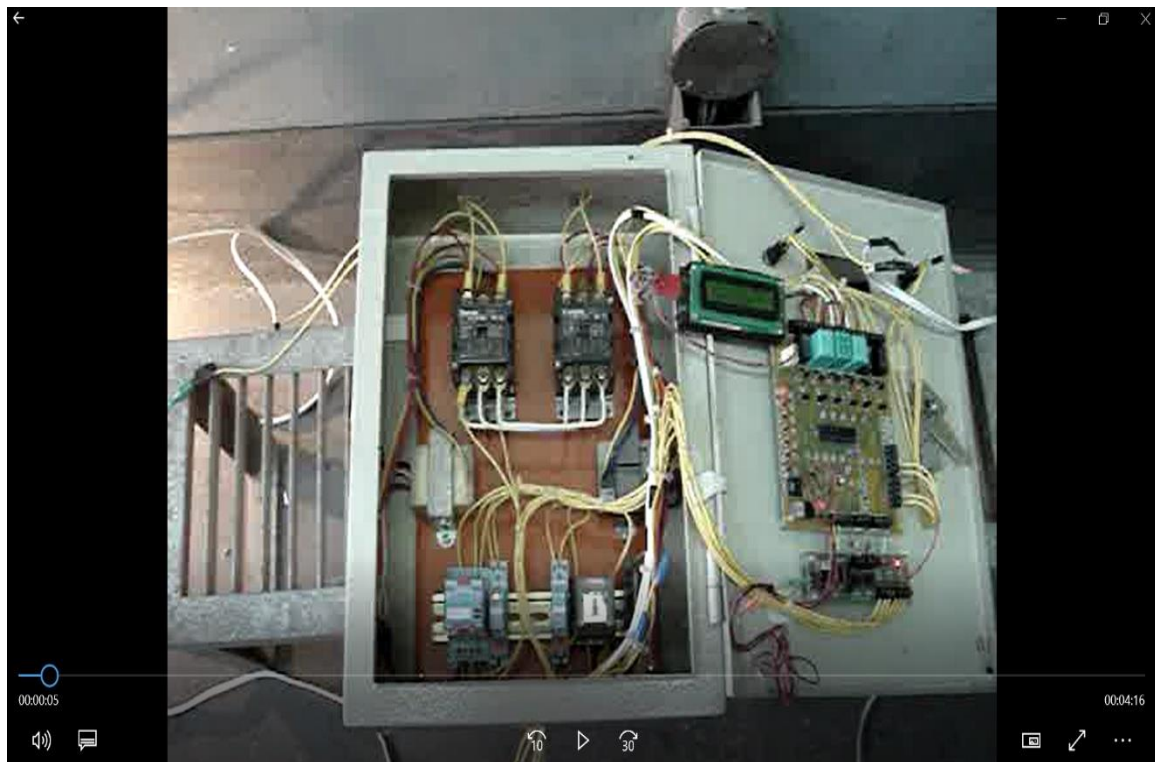
Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Simulación en Proteus de diferentes circuitos básicos para el controlador TTA



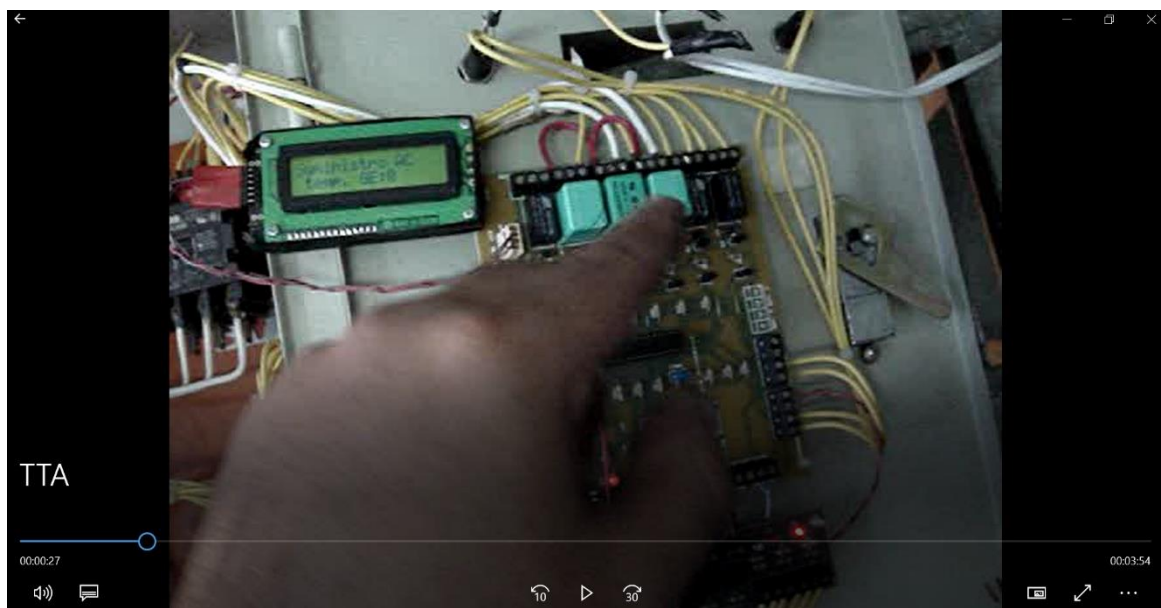
4.1.2. Fotos de video de funcionamiento del sistema TTA

Figura 40: TTA en estado normal



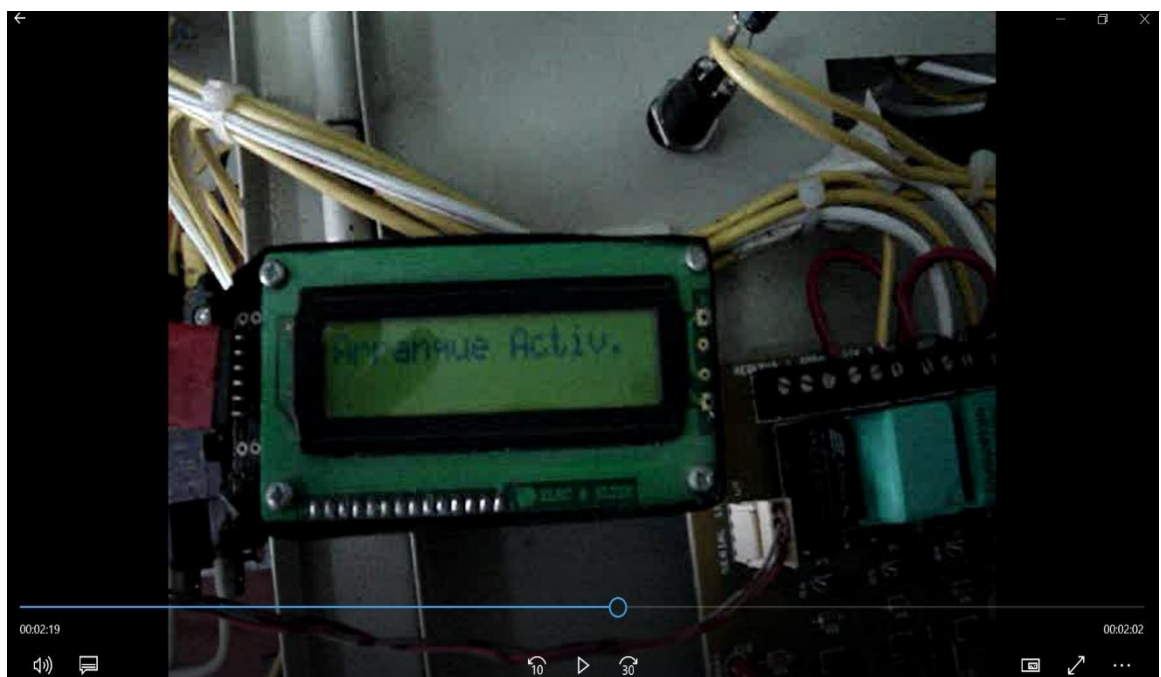
Fuente: Elaboración propia

Figura 41: TTA con energía comercial



Fuente: Elaboración propia

Figura 42: TTA en proceso de arranque del GE



Fuente: Elaboración propia

Figura 43: GE trabajando ante corte de energía comercial



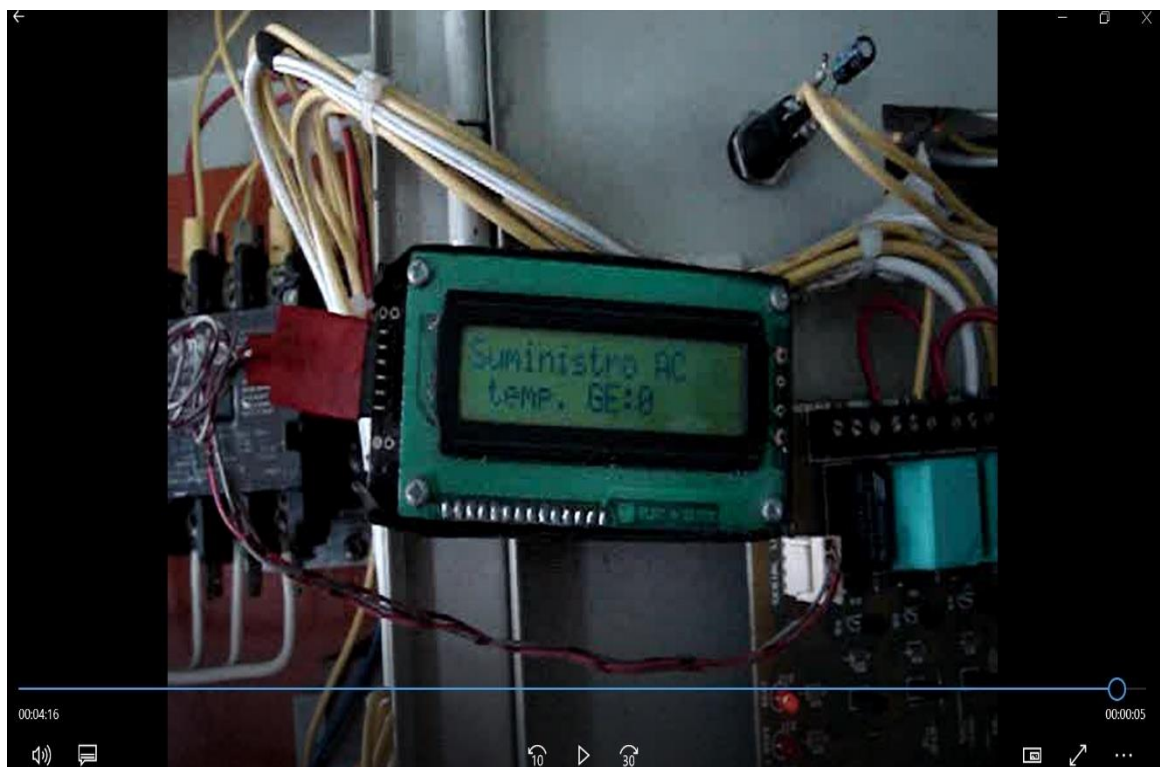
Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Cuando retorna la energía comercial



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Nuevamente el sistema se restablece, retorna a su estado inicial



Fuente: Elaboración propia

Proyecto Sistema de Transferencia Automático – Otro proyecto realizado en casa:

1.- Parte Frontal del tablero de transferencia Automático:

Se muestran la pantalla LCD, botoneras de arranque, parada, manual, automático y parada de emergencia, señalización de presencia de energía 220V en red.

Figura 46: TTA parte frontal

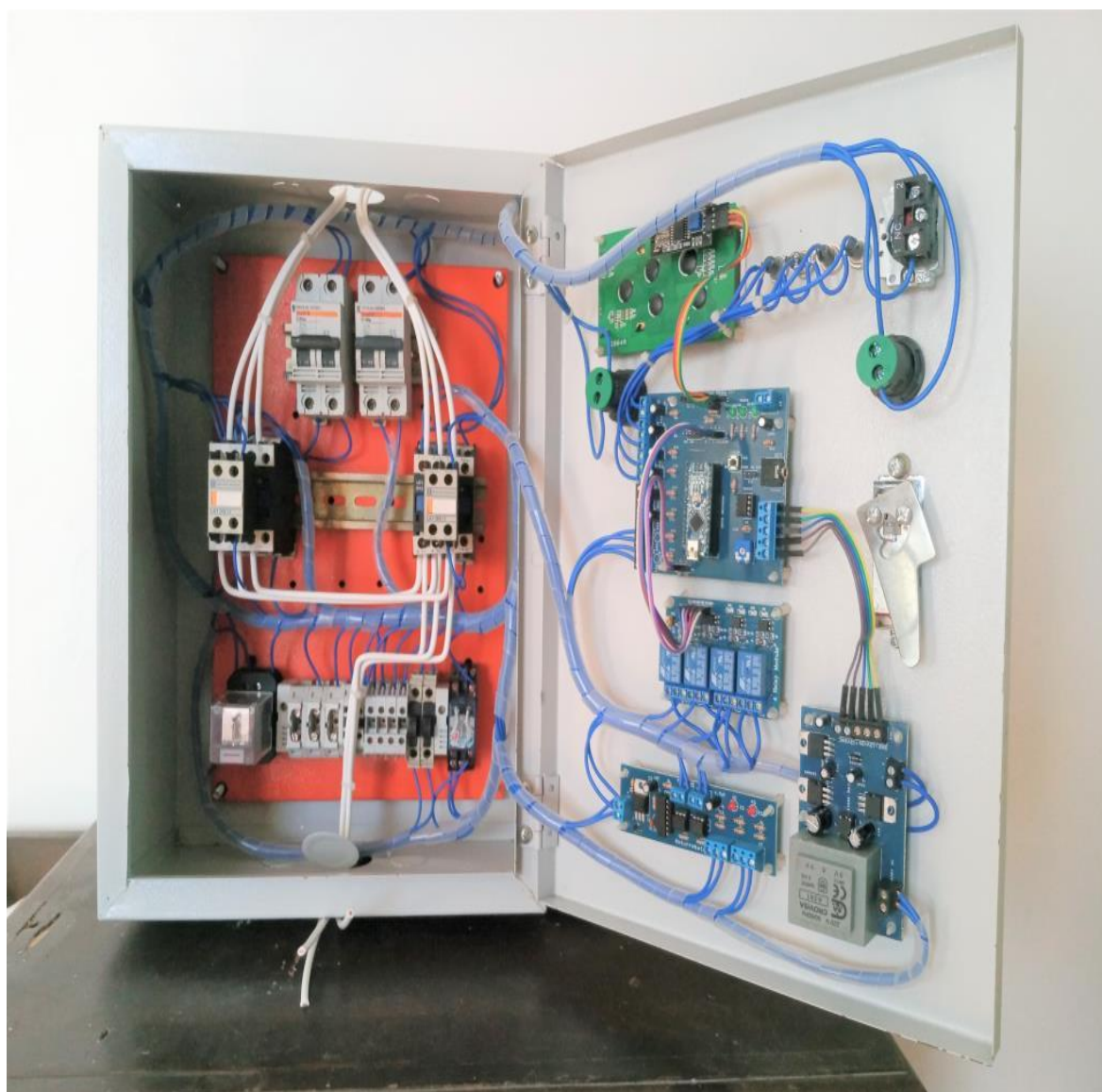


Fuente: Elaboración propia

2.- Interior General del tablero de transferencia automático:

En la izquierda se muestra el circuito de fuerza y control eléctrico y a la derecha el sistema de control electrónico con pantalla LCD, Luz de señalización, botoneras (Modo manual, automático, arranque, parada) y botonera de parada de emergencia.

Figura 47: TTA en su interior



Fuente: Elaboración propia

3.- Sistema de fuerza y control eléctrico:

Sistemas para comunicar con el microcontrolador mediante interfases de relay, para comunicarse con las entradas digitales de las tarjetas de control.

Figura 48: Circuito de control y fuerza

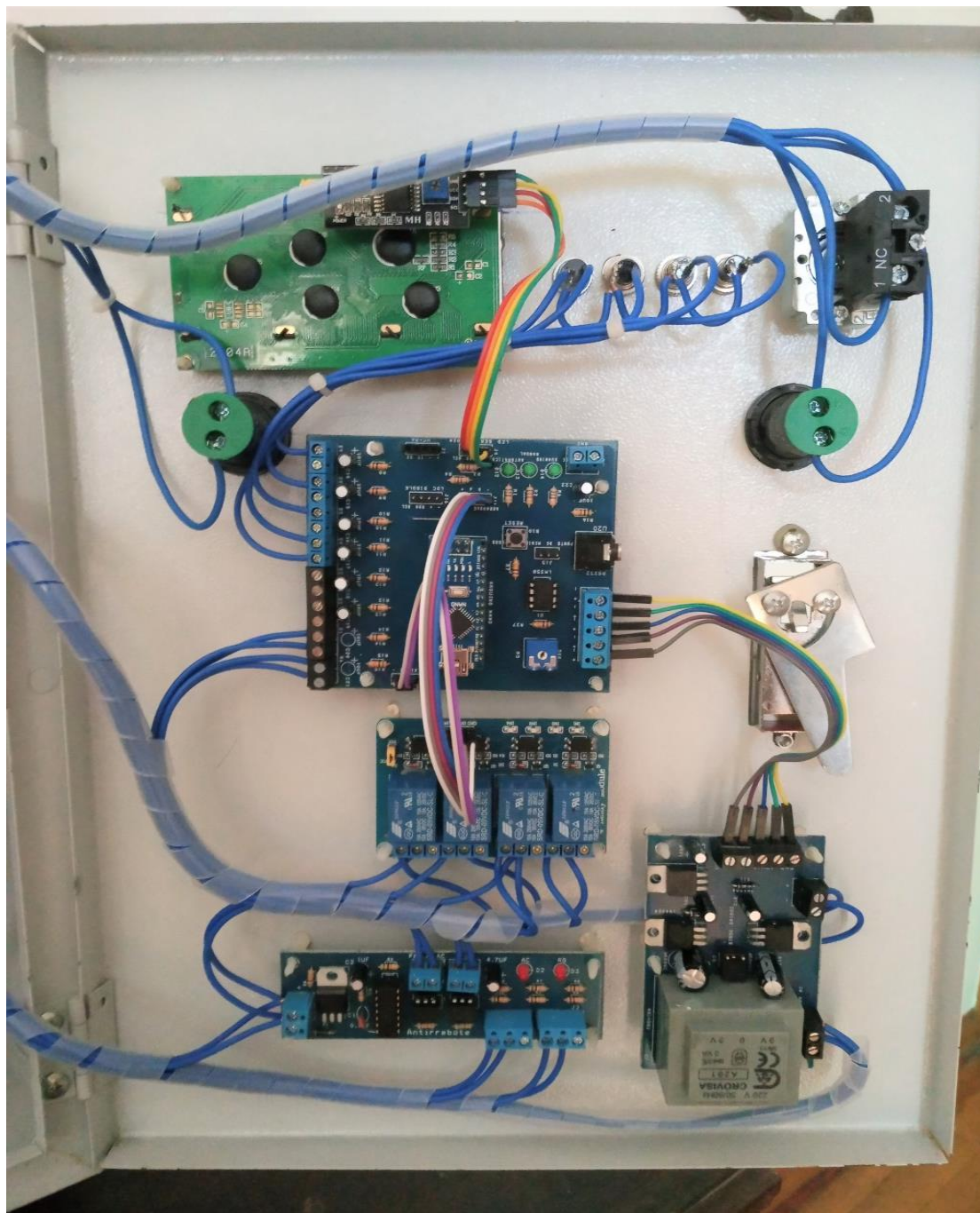


Fuente: Elaboración propia

4.- Sistema de control electrónico y señalización:

Se define circuitos impresos para tratar entradas de alarmas o señal digital y analógica para realizar diferentes funciones.

Figura 49: Circuito de control electrónico



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

De acuerdo a los experimentos realizados en laboratorio y campo podemos concluir que este proyecto es viable

Puede resultar lucrativo si se plantea una estructura de negocio donde se desarrollaría mejores conceptos y materialización para fin comercial del cual por su bajo costo.

Puede resultar competitivo con marcas extranjeras sin descuidar la calidad y/o bondades de sistemas propuestos

Se concluye que el desarrollo del sistema (Tablero de transferencia automático) funciona de acuerdo con los estándares establecidos al inicio del proyecto.

Cumple con los requisitos mínimos de operación y seguridad

El sistema gestiona las alarmas propias del grupo electrógeno

Las prestaciones de gestión remota, no es posible realizar, tampoco medición de parámetros eléctricos de potencia activa, reactiva.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mantenimiento, cada seis meses, para evitar daños mayores por efecto de intemperie.

Se asesora, testeo de componentes por separado cuando se realice mantenimiento preventivo.

Se apoya mantener al tablero eléctrico cerrado para evitar deterioro de los dispositivos y componentes eléctricos ocasionados por el ambiente (polución, humedad, agua).

Se aconseja la no manipulación del sistema por personal no capacitado.

Se sugiere, realizar arranques remotos del GE mensualmente.

GLOSARIO

- TTA – Tablero de Transferencia Automático
- GE – Grupo Electrónico
- AC – Energía eléctrica alterna
- DC – Energía eléctrica
- LCD – Pantalla de cristal líquido
- Timer – Temporizador
- Amp – Amperios
- TX – Transmisión
- RX – Recepción
- RF – Radio frecuencia
- K1 , K2 – Contactor, sistema electromecánico

BIBLIOGRAFIA

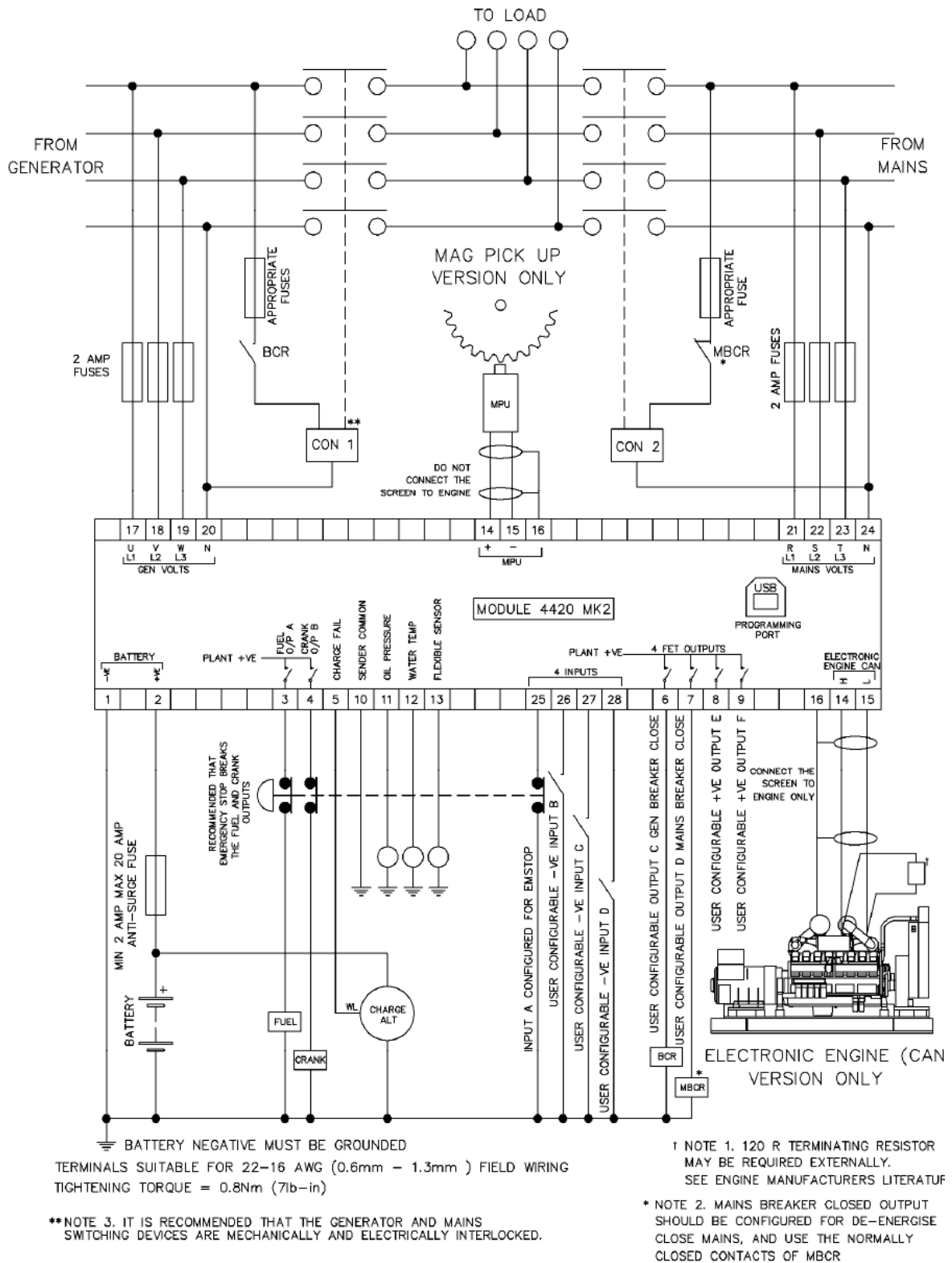
- Manual de Instrucciones Modasa (Edición 2017)
- Data Sheet de Microcontroladores Arduino Mega (V. 1.8)
- Manual del usuario entorno Programming Editor Arduino versión 1.8
- Programa Proteus V8.5

Referencias:

- Abad, J., & Grefa, V. (2008). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO PARA LA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE ENERGÍA* [ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DE ECUADOR]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/996/1/CD-1298.pdf>
- Abur, A., & Alvarado, F. (2002). *Análisis y Operación de Sistema de Energía Eléctrica*. <http://www.fi.unsj.edu.ar/descargas/ingreso/sistemas-electricos.pdf>
- Garcia, A. (2019). *Desarrollo del sistema de control de un tablero de transferencia automática de 2 grupos electrógenos en paralelo con la red*. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170283>
- RevistaEnergía. (2021). *Enel Generación Perú: ingresos crecieron 15.5 % en el primer semestre tras recuperación de la demanda de energía en el país*. <https://revistaenergia.pe/empresas/enel-generacion-peru-ingresos-crecieron-15-5-en-el-primer-semester-tras-recuperacion-de-la-demanda-de-energia-en-el-pais/>
- Villavicencio, A. (2010). *“Diseño E Implementación De Un Sincronoscopio Para Máquinas Síncronas”* [Instituto Politécnico Nacional de Mexico]. [https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15570/Diseño e implementación de un sincronoscopio para máquinas síncronas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15570/Diseño%20e%20implementaci3n%20de%20un%20sincronoscopio%20para%20m%C3%A1quinas%20s%C3%83ncronas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXO

Figura 50: Circuito de control y fuerza de TTA



Fuente: Deep Sea/DSE7310-MKII-DSE7320-MKII-Installation-Instructions.pdf

Sistema TTA realizado con dispositivos eléctricos (Automatización por contactores)

Años atrás, realicé un sistema de TTA muy básico con dispositivos de control enteramente eléctricos (relay, temporizadores, etc.), fue un sistema analógico.

